LUIGI GUSSALLI

I VIAGGI INTERPLANETARI
PER MEZZO DELLE RADIAZIONI SOLARI

TESTO ORIGINALE ITALIANO
CON TRADUZIONE IN INGLESE

L'abolizione del consumo dei propulsori può rendere possibile la navigazione negli spazi interplanetari.

LUIGI GUSSALLI

THE INTERPLANETARY TRAVELS
BY THE SOLAR RADIATIONS

TRANSLATED FROM THE ORIGINAL TEXT BY:
JEANNE WIEST

The abolition of the consume of the propulsors can get possible the navigation in the interplanetary spaces

Editore GIULIO VANNINI - Brescia - 1946

LUIGI GUSSALLI

I VIAGGI INTERPLANETARI PER MEZZO DELLE RADIAZIONI SOLARI

TESTO ORIGINALE ITALIANO
CON TRADUZIONE IN INGLESE

L'abolizione del consumo dei propulsori
può rendere possibile la navigazione
negli spazi interplanetari.

LUIGI GUSSALLI

THE INTERPLANETARY TRAVELS BY THE SOLAR RADIATIONS

TRANSLATED FROM THE ORIGINAL TEXT BY:
JEANNE WIEST

The abolition of the consume of the
propulsors can get possible the navigation
in the interplanetary spaces

Editore GIULIO VANNINI - Brescia - 1946

UTILIZZAZIONE DELLA PRESSIONE DELLA LUCE SOLARE E DEL PULVISCOLO ASTRALE PER LE COMUNICAZIONI INTERPLANETARIE

Sistema Gussalli - 1946

INDICE

Traduzione in inglese - Translation in english

UTILIZATION FROM THE PRESSURE OF THE SOLAR LIGHT AND OF THE ASTRAL SPRAY-DUST FOR THE INTERPLANETARY COMMUNICATIONS

(Gussalli's System - 1946)

INDEX

I VIAGGI INTERPLANETARI
PER MEZZO DELLE RADIAZIONI SOLARI

Testo originale Italiano con traduzione in Inglese

THE INTERPLANETARY TRAVELS
BY THE SOLAR RADIATIONS

Translated from the original text: Jeanne Wiest

Judgments on the preceding publications of the author.

Giudizi sulle precedenti pubblicazioni dell'Autore.

R. ESNAULT PELTIERE - *L'Astronautique* - 1930 - impr. Lahure:

«... Rien n'empêche de concevoir que les gaz sortant d'une tuyère subissent ultérieurement une accéleration supplementaire par un procédé quelconque.

Dans le système **Gussalli**, le jet sortant de la tuyère est dirigé sur les aubes d'une roue de turbine, mais, au lieu que celle-ci emprunte de l'énergie aux gaz et les abandonne avec une vitesse réduite, alle tourne à contresens et les rejette avec une vitesse accrue en *leur communiquant* de l'énergie; cette énergie doit donc être fournie en supplément de celle qu'ont dévoloppée les gaz de **la** tuyère pour s'accélérer eux-mêmes. (*continua*).

La Sera - 24 Nov. 1941 - G. BERTINI:

«... l'argomento è stato recentemente ripreso in esame in Italia dal **bresciano Luigi Gussalli**, che ne ha fatto oggetto di uno studio accurato. Il Gussalli, anzi, propone di corredare il veicolo celeste di alcuni accessorî di sua invenzione che dovrebbero aumentarne di molto l'efficienza. Il primo è un cosiddettto propulsore doppio: il getto verrebbe a battere su una ruota di turbina tipo Laval ruotante in senso inverso, il che dovrebbe — secondo l'ideatore — aumentare l'effetto reagente. La seconda caratteristica dell'apparecchio consisterebbe nell'utilizzazione della radiazione solare. Fuori dell'atmosfera una lastra di cui una faccia sia battuta dal sole e l'altra faccia sia in ombra presenta tra le due facce un salto termico di più di duecento gradi. Questo salto sarebbe utilizzabile per produrre vapore e scaricarlo violentemente, realizzando così il meccanismo di propulsione del razzo ».

Corriere della Sera - 19 Agosto 1941: Ciò ha indotto un inventore italiano, **Luigi Gussalli** da Brescia, ad immaginare un tipo di razzo diverso, un razzo che potremmo dire meccanico ... Per produrre vaporizzazione dell'etere il Gussalli ricorre ad un motore solare. (*continua*) METRON.

Le Vie d'Italia - Settembre 1941: Ma anche l'Italia è in linea. Il capitano **Luigi Gussalli**, che ha al suo attivo molti primati di invenzioni utili (fu, fra l'altro, il primo a presentare nel 1917 il modello di **un carro d'assalto italiano)** ha pensato ad un propulsore doppio che permette di raggiungere quella grande velocità di cui abbiamo parlato, senza trasportare con se una grande quantità di materia energetica ... (*continua*).

L'Ala d'Italia - 16 - 31 Maggio 1941: Noi in Italia abbiamo un pioniere quanto mai entusiasta e tenace... Dopo trent'anni di studî egli presenta il « Veicolo per l'Astronautica Gussalli mod. 1939 » aprendo una discussione fra i cultori dell'Astronautica ... - s. r. (*continua*)..

L'Illustrazione Italiana - 20 Luglio 1941: ... il razzo a doppia reazione, studiato dal **Gussalli**, che con la sua lunga coda, metà in luce e metà in ombra, raccogliendo il calore del sole senza alcuna dispersione, come un enorme thermos, provvederà l'energia necessaria per giungere alla mèta ... (*continua*).

Corriere della Sera: Questo libro è stato pensato e scritto secondo un metodo strettamente scientifico. Sebbene il titolo ricordi, forse troppo, i romanzi del tipo Verne. In esso lo studioso ingegnere bresciano tratta la questione della possibilità di comunicazioni dirette col nostro satellite ...

Vigilia: ... questo ultimo lavoro ci dà la piena consapevolezza della preparazione scientifica dell'Autore, il quale attraverso un'analisi minuta ed una esposizione chiara e convincente ci mette in grado di comprendere le difficoltà tecniche, ma non insormontabili di un viaggio nelle regioni interplanetarie ...

Scienza per tutti (Supplemento): Ma il **Gussalli** ha il merito di essere uscito dal campo della pura ideazione per entrare in quello dell'attuazione pratica del suo propulsore ...

La Domenica del Corriere: ... l'Autore con molto acume dimostra che quel viaggio ... non presenta nulla di assurdo purchè la tecnica si sviluppi senza ostacoli in certe direzioni prevedibili già ora ...

L'Opinione - Filadelfia: ... assolutamente originale e precede sul terreno dello stretto tecnicismo quanto gli americani, i francesi ed i tedeschi hanno recentemente tentato.

Figaro - Parigi: Aujourd' hui ce savant se complaît à travers les espaces interplanétaires et dresse les plans mathématiques d'un voyage de la Terre à la Lune.

L'Unione - Tunisi: In Italia l'**ing. Luigi Gussalli** ha precorso in fatto di tecnicismo quanto hanno fatto i costruttori stranieri.

Motori, Aero, Cicli e Sports: In Italia invece di un gruppo c'è uno studioso isolato, che ha però il gran merito d'essere stato un pioniere.

Avvenire d'Italia: Ma è in Italia che prima d'ogni altro ha affrontato il problema dell'Astronautica dal punto di vista meccanico, l'esimio **ing. Luigi Gussalli** ....

Il Giornale della Domenica: L'ing. **Gussalli** alcuni anni or sono, prima del Goddard e dell'Oberth, propose ....

La Stampa: ... come precursore il nostro **ing. Gussalli** se ne occupava con rara competenza e larghezza di vedute.

Il Uuovo Giornale - 16 Novembre 1935 — *Le ultime Notizie* - 11 Agosto 1931 — *La Stampa della Sera* - 11 Novembre 1935 — *Regime Fascista* - 6 Novembre 1930 — *Gente Nostra* - 3 Novembre 1929 — *Areotecnica* - Ottobre 1931 — *Corriere della Sera* - 20 Luglio 1930 - 28 Luglio 1930 — *Messaggero* - 28 Aprile 1926 — *Popolo di Brescia* - 29 Agosto 1931 — *Il Secolo* XIX - 4 Maggio 1926.

Utilizzazione della pressione della luce solare e del pulviscolo astrale per le comunicazioni interplanetarie

SISTEMA GUSSALLI 1946

Per aspera ad astra.

Cap. I. - PREMESSE. — Un veicolo nello spazio intersiderale verrà colpito dai raggi solari con un effetto molto più intenso che non si riscontri sulla Terra perchè non esiste una atmosfera che serva ad attutire questi raggi.

Le radiazioni solari produrranno su questo veicolo un effetto termico molto forte, che potrà portare all'ebollizione una caldaia esposta ai raggi in modo adatto, ed un debolissimo effetto di pressione, dovuto alla pressione della luce, effetto che può essere percepito solo con strumenti di precisione.

Nel 1941 ho pubblicato il libro « Propulsori a reazione per l'astronautica » nel quale esponevo la possibilità di utilizzare *l'effetto termico delle radiazioni solari* per la navigazione negli spazi. In quel periodo non ritenevo possibile l'utilizzazione *dell'effetto della pressione luce delle radiazioni solari* per il trasporto di veicoli nello spazio, calcolandolo una forza minima. Negli anni di guerra che seguirono mi sono accorto che questa pressione della luce, forza infinitesimale trascurata dagli studiosi, poteva essere utilizzata per mezzo della sua azione sul pulviscolo astrale. In questo modo da una forza minima si poteva ottenere una forza enorme ed utilizzabile.

Il periodo di guerra e l'attuale dopo guerra hanno gravemente ostacolato lo svolgimento di questo lavoro e per questo motivo ho ritenuta opportuna questa pubblicazione in forma sommaria, esponendo solo le linee generali, riserbandomi di pubblicare in seguito una relazione più dettagliata.

Questo studio complesso è completamente nuovo, perchè i pochi studiosi che si occupano dell'astronautica si interessano esclusivamente alla realizzazione dei propulsori a reazione.

Lo sfruttamento delle radiazioni solari, il viaggiare a spese del sole, può risolvere presto il problema della navigazione nello spazio perchè elimina la necessità di trasportare un peso enorme di combustibile e comburente nei serbatoi dell'astronave, difficoltà che per ora il calcolo dimostra insuperabile per i propulsori a reazione.

Elimina quindi la difficoltà massima dell'astronautica che consiste nei rapporti di massa e nei rifornimenti ed il problema delle comunicazioni col nostro satellite e con altri astri viene ridotto alla risoluzione di alcune difficoltà di ordine tecnico superabili coi mezzi attuali.

Nel Settembre del 1945
Brescia, via Monte Suello 4

L. GUSSALLI

NOTA — Il lettore che si interessi ai miei lavori precedenti sull'Astronautica, legga a pag. 9 qualche giudizio sulle mie precedenti pubblicazioni ed esperienze (con priorità internazionale 1912 per i propulsori astronautici, vedi fig. 1) ed a pag. 57 la « Tabella delle tappe principali dell'Astronautica e degli studi dell'autore ».

Ho riferito anche molti dettagli tecnici nel mio libro « Propulsori a reazione per l'Astronautica » pubblicato nel 1941 (Su brevetti 1939 - N. 436.202 - Belgio - ecc.).
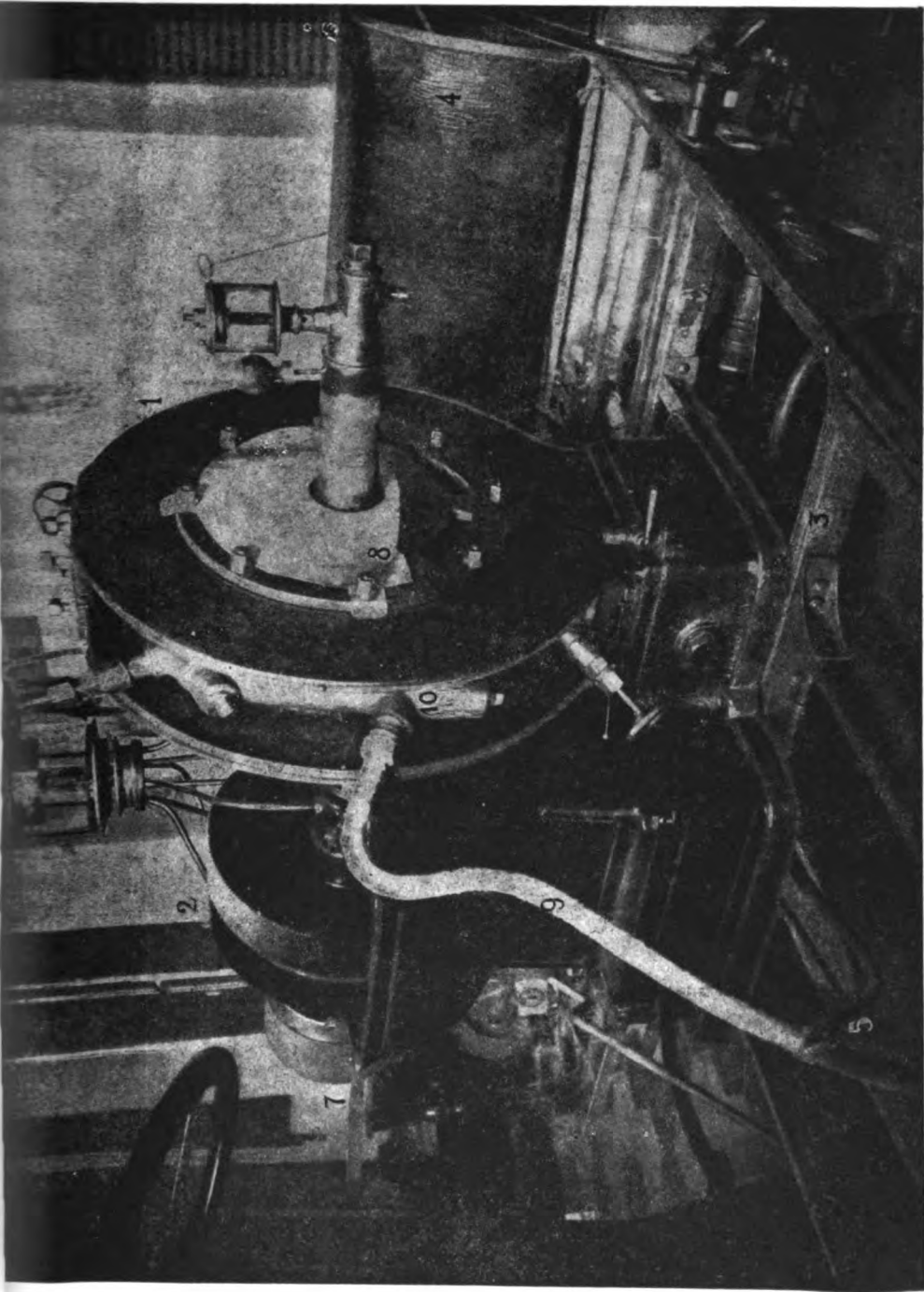
Fig. 1 — **Double reaction propeller built in 1912 for the Gussalli experiences. International priority for astronautic propellers.**

— **Propulsore a doppia reazione costruito nel 1912 per le esperienze Gussalli. Priorità internazionale per i propulsori Astronautici (lato sinistro).**

Cap. II. - COMUNICAZIONI INTERPLANETARIE. — ***Sistema Gussalli 1946.*** Il sistema che descriviamo si basa sull'utilizzazione del pulviscolo astrale e della pressione della luce solare per il trasporto di veicoli nello spazio intersiderale.

Questo sistema può essere diviso in due parti:

1. - Una linea di forza tracciata nello spazio.

2. - Dei veicoli atti ad essere trasportati su questa linea.

Per facilitare la spiegazione descriveremo prima la linea di forza ed in seguito i veicoli e gli apparecchi sussidiari. Questa linea si crea con del materiale simile al pulviscolo astrale e richiama per qualche caratteristica la coda delle comete.

E' noto che le code delle comete partendo dal nucleo si dispongono dal lato opposto al sole perchè la loro tenue materia è respinta dalle radiazioni solari per effetto della pressione della luce (Fig. 2).

Si ritiene necessario premettere, per facilitare la descrizione, dei dati di carattere generale ai quali ci siamo attenuti perchè in questa materia si riscontrano facilmente delle opinioni e teorie diverse.

E' noto per studi teorici e per risultati sperimentali il valore della pressione che le radiazioni luminose o calorifiche esercitano su un corpo nella direzione della loro propagazione.

Lebedef (Maxwell - Bartoli) hanno calcolato che la pressione esercitata da un fascio di raggi solari di metri quadrati 1 di sezione su una superficie normale piana, è di milligrammi 0,4 se la superficie è assorbente, e di milligrammi 0,8 se la superficie è riflettente.

Nei calcoli che seguono si è usata la pressione di milligrammi 1 per metri quadrati 1 di superficie riflettente illuminata dalle radiazioni solari, come viene usato comunemente.

Questa forza è minima e come tale è sempre stata calcolata inutilizzabile dai competenti in materia. Nel

presente studio si espongono le norme e le misure per l'utilizzazione pratica di questa energia che con un nuovo sistema si trasforma in una potente sorgente di lavoro e si può sfruttare come l'acqua in una centrale idroelettrica.

Secondo l'Arrenius ed altri, una spora od un granello di pulviscolo del diametro di mm. 0,0002, illuminati dalle radiazioni solari subiscono la spinta della pressione luce superiore all'effetto della gravità e possono essere espulsi dalla zona di attrazione terrestre e spinti verso altri mondi, secondo la teoria della Panspermia ([1]).

Le caratteristiche che devono presentare questi granelli per essere espulsi dalla zona di attrazione terrestre, sono note, e del pulviscolo presentante queste caratteristiche è già stato preparato artificialmente nei laboratori (da Nichols e Hull e da altri studiosi).

Le gravi difficoltà che si presentano nella Panspermia sorgono dal fatto che i corpuscoli studiati in questa teoria devono essere spore, germi, ed altri esseri viventi e cioè sono corpuscoli che hanno di solito un diametro superiore a quello che dovrebbero avere per essere trascinati dalla pressione luce.

Queste difficoltà non esistono per i corpuscoli che vengono utilizzati in questo sistema perchè in questo caso possono essere formati da qualsiasi sostanza, ad esempio di carbonio, sodio, magnesio, ferro, idrogeno ecc. purchè per diametro, densità, potere riflettente ed altre caratteristiche definite da leggi note possano essere soggetti ad una pressione delle radiazioni solari superiore all'effetto della gravità terrestre. Siccome in questo sistema interessa l'effetto prodotto da questi corpuscoli lanciati ad alta velocità, e non la sostanza di cui sono composti, od il diametro o le altre caratteristiche, così per la scelta e la preparazione del suddetto pulviscolo valgono le varie teorie, misure e risultati noti.

([1]) *S. Arrenius* — Il divenire dei mondi - Soc. Ed. Libraria - Milano.
P. Lebedef — Pression de la lumière - Libr. Scient. Blanchard - Paris.
R. Esnault-Pelterie — L'Astronautique - Imprimerie Lahure - Paris.
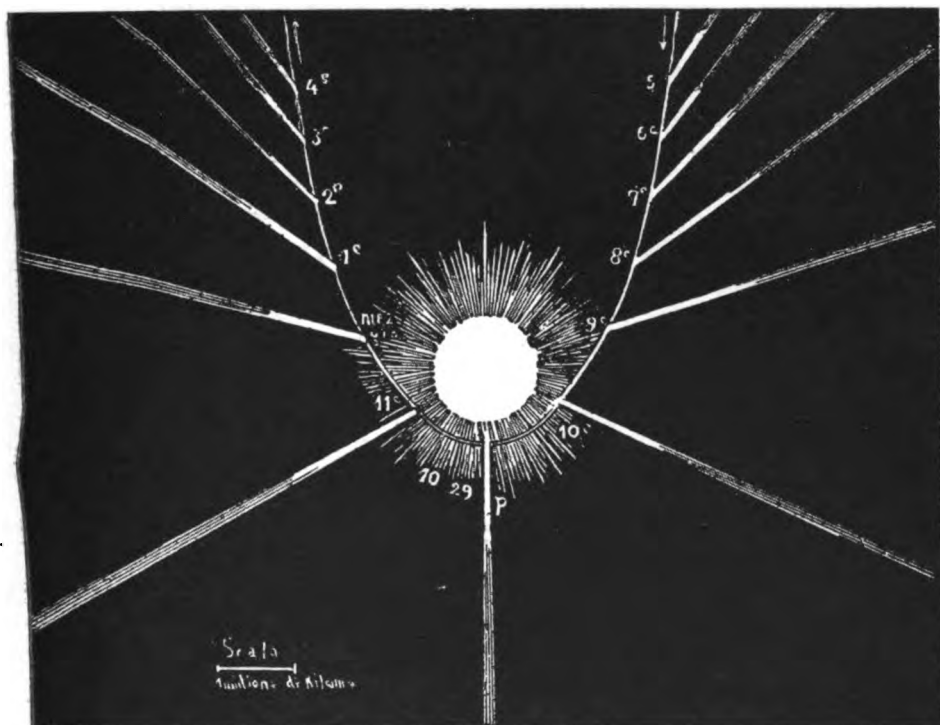
Fig. 2 — The tails of the comets are always pushed back by the Sun.
— Le code delle comete sono sempre respinte dal Sole.

Risulta che questi granelli per l'effetto costante della pressione luce quando questa supera la forza gravitazionale, sono soggetti ad un moto uniformemente accelerato come avviene per i razzi, per la caduta dei gravi ecc. con relativo aumento della forza viva.

Abbiamo dedotto che per inerzia un granello lanciato ad alta velocità se sottoposto ad una azione ritardatrice, sarà capace di vincerla percorrendo un certo spazio. Sarà cioè capace di eseguire un certo lavoro. Sebbene la massa di questi granelli sia una quantità minima, la velocità che essi possono acquistare per la pressione luce è elevatissima e dallo studio di questi dati si è potuto dedurre che ***è possibile giungere ad una pratica utilizzazione della forza viva del pulviscolo soggetto alla pressione delle radiazioni solari.***

E' evidente che una astronave che possa utilizzare nello spazio questa forza propulsiva, non sarà soggetta alla difficoltà base che per ora ostacola l'astronautica e cioè il peso del combustibile e comburente da trasportarsi nei serbatoi alla partenza, cioè la difficoltà del rapporto di massa.

Le piccole particelle di polvere che sono portate nello spazio per la pressione di radiazione possono incontrarsi l'un l'altra e riunirsi in aggregati maggiori o minori sotto forma di polvere cosmica o di pietre meteoritiche. Questi aggregati cadono in parte su altre stelle, comete ecc. ed in parte si librano qua e là nello spazio.

Risulta evidente che nello spazio la polvere cosmica può passare dalla densità minima della coda di una cometa alla densità di un meteorite, che è un solido. Questo avviene attraverso molti stadi di formazioni di densità diverse. Stadi di formazione in movimento e quindi di densità non costante ma varia a seconda delle diverse forze di attrazione e repulsione che agiscono sulle particelle.

Può trattarsi di stadi di breve durata e si possono quindi avere nelle nebule di polvere cosmica durante questi periodi di passaggio anche forti densità simili a quelle che si riscontrano nelle polveri di eruzione dei vulcani.

In questo sistema si utilizzano di preferenza delle

nubi di pulviscolo di densità media, nelle quali un milligramma di pulviscolo occupa un volume che varia da metri cubi 1 a metri cubi 250.

Nei trattati di astrofisica vengono poco studiate queste densità intermedie ma è evidente che nello spazio sono frequentissime perchè è tassativamente impossibile passare dalla densità minima della coda di una cometa alla densità di un aereolito, che è un corpo solido senza passare per le densità medie sopra accennate.

Resta inteso che possono essere usate densità superiori od inferiori a norma delle necessità tecniche e delle attuali cognizioni in materia.

Nelle code delle comete ed in altre formazioni siderali si riscontrano generalmente delle densità molto inferiori, ma a norma di quanto si è già detto in queste formazioni la densità dipende da assestamenti di lunga data durante i quali le forze di repulsione che si manifestano tra i granelli, hanno agito per un lungo periodo ed effettuato grandi distanziamenti fra i granelli.

Nel sistema qui descritto il periodo completo si svolge in brevissimo tempo e nel vuoto e per questa velocità d'azione le suddette forze di repulsione danno risultati che si possono in genere trascurare. Inoltre il rapporto tra i piccolissimi diametri dei granelli e le distanze enormi, rispetto a detti diametri, che intercorrono tra essi, rende minima ed inapprezzabile la velocità di questi movimenti di repulsione.

Cap. III. - PRESSIONE DELLA LUCE NELL'INTERNO DELLE CODE DELLE COMETE. — Nell'interno delle code delle comete si riscontrano formazioni diverse, agglomeramenti, nuclei secondari. Queste formazioni hanno delle densità molto superiori alla densità media della coda come viene normalmente calcolata. *Queste formazioni malgrado la loro densità superiore seguono la direzione della coda dalla parte opposta al sole ed è quindi evidente che subiscono anch'esse l'effetto della pressione luce perchè*

in caso contrario dovrebbero uscire dal nucleo come un alone o come una raggiera da tutti i lati. Risulta quindi evidente in merito a quanto si è prima detto, che l'effetto della pressione luce penetra nell'interno delle code attraverso zone di densità molto superiore alla media e che quindi la pressione della luce agisce attraverso lunghe zone nelle quali la polvere astrale potrà anche essere diffusa in misura superiore di milligrammi 1 in un volume variante da mc. 1 a mc. 250.

Questo può avvenire perchè il rapporto tra i piccolissimi diametri dei granelli e le distanze enormi, rispetto a detti diametri, che intercorrono fra questi granelli, rende minima ed inapprezzabile la diminuzione della pressione luce causata dai coni d'ombra che un granello proietta su un altro.

Sono appunto le suaccennate densità che ci interessano per la composizione dei *cordoni nebulari,* che sono dei getti di pulviscolo lanciati nello spazio da eiettori. Per facilitare la spiegazione li supporremo di sezione quadrata con metri 50 $\times$ 50 di lato (vedi Tav. I - Fig. 2) simili a lunghissimi parallelepipedi. Nell'uso avranno una sezione circolare, saranno simili ai fasci di luce proiettati dai riflettori e saranno visibili nello spazio.

Vedremo in seguito che quanto maggiore sarà la densità di essi e cioè il peso trasportato, tanto maggiore sarà il lavoro che potranno effettuare.

Per le considerazioni esposte e dallo studio dei rapporti tra i volumi e le sezioni illuminate dei cordoni, si sono dedotti tre casi per la densità dei cordoni nebulari, come si esporrà nella tabella A, e cioè si riterrà che 1 milligrammo di pulviscolo possa occupare un volume di mc. 1. oppure di mc. 50, oppure di mc 250.

Se fuori dell'atmosfera terrestre, ad una quota superiore ai Km. 120 lanceremo con alta velocità iniziale per mezzo di eiettori un getto di pulviscolo nella stessa direzione delle radiazioni solari, otterremo un getto che avrà una portata molto superiore alla normale nell'atmosfera a norma del calcolo per il lancio dei proiettili nel vuoto, perchè nel

vuoto un granello di polvere segue le medesime leggi di un grande proiettile.

Inoltre questo getto di pulviscolo lanciato con velocità iniziale x nel vuoto, sarà soggetto per la pressione luce delle radiazioni solari ad un progressivo aumento di velocità secondo le leggi del moto uniformemente accelerato. Come si è detto, dato le velocità superiori che possono essere raggiunte da questo pulviscolo nel vuoto, *potremo utilizzare con metodi speciali la potente energia da esso immagazzinata.* Abbiamo chiamato questo getto di pulviscolo *cordone nebulare.*

Cap. IV. - Cordone nebulare. — Il cordone nebulare si manterrà compatto nel vuoto per il breve periodo sufficiente a questo servizio, senza diffondersi, non incontrando la resistenza dell'aria.

Nell'apparenza sarà simile alle striscie bianche di condensazione del vapor d'acqua, che gli aereoplani tracciano qualche volta nella tranquilla atmosfera dell'alta quota e *che si mantengono ben definite, senza nessuna espansione, come una sottile traccia di penna,* per molti minuti primi e decine di chilometri.

Come queste nuvolette filiformi, il cordone avrà una sezione circolare. La sezione quadrata verrà accennata solo per facilitare la descrizione.

Il funzionamento migliore di questo cordone nebulare ha luogo nel vuoto intersiderale fuori dell'atmosfera terrestre, al di sopra di Km. 120 di altezza, ma non è escluso si possano ottenere risultati anche nell'atmosfera molto rarefatta al di sotto dell'altezza di Km. 120.

Per portare il pulviscolo che si deve lanciare a questa altezza si potranno usare o dei proiettili d'artiglieria di grande portata oppure dei siluri con propulsione a reazione, sul tipo di quelli usati nella recente guerra, con le modifiche ed applicazioni permesse dalle attuali cognizioni in materia. Questi siluri potranno essere telecomandati oppure guidati da pilota.
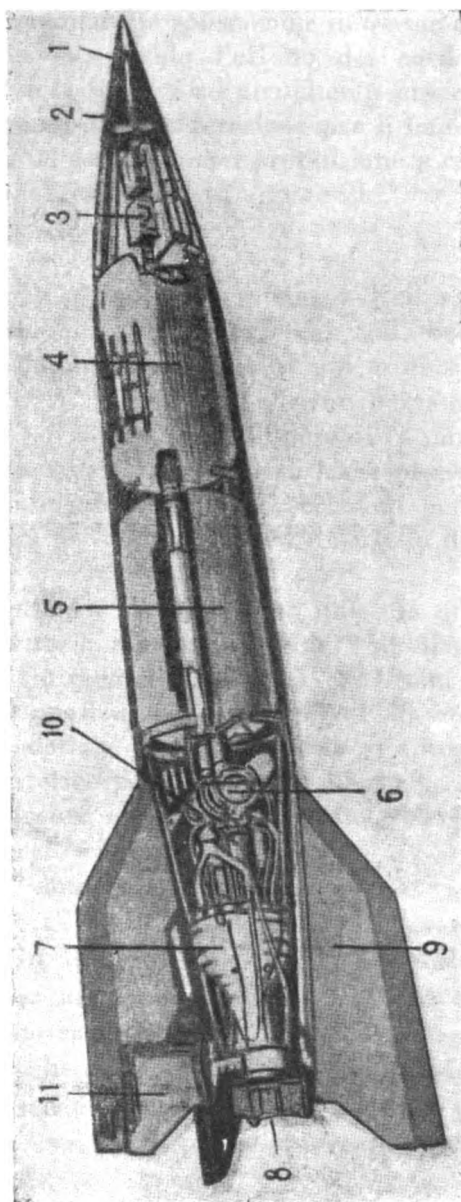
Fig. 3 — Rocket-torpedo V.2. for long distance.

— Siluro-razzo tedesco V.2. a grande gittata.

2. reparto esplosivi — 3. giroscopi — 4. serbatoio del combustibile — 5. serbatoio del comburente — 7. camera di combustione — 8. ugello di eiezione dei gaz — 10. dosatore del comburente.

Per facilitare la spiegazione in questa descrizione prenderemo in esame solo l'effetto dei cordoni nebulari che possono essere formati ad una altezza superiore ai Km. 120 e prenderemo in considerazione per il lancio del pulviscolo solo siluri od astronavi con propulsione a reazione. Chiameremo ***siluri eiettori*** questi apparecchi.

Cap. V. - SILURI EIETTORI. — I siluri razzo a grande gittata, chiamati V^2 dai tedeschi nella recente guerra, si possono adattare facilmente all'ufficio di siluri eiettori.

I siluri V^2 (fig. 3) hanno la lunghezza di circa metri 14, il diametro di metri 1,70 ed il peso di 14 tonnellate. Portano un reparto anteriore per la carica esplosiva, un serbatoio per il combustibile, un altro serbatoio per il comburente, una camera di combustione ed un ugello di scarico dei gas combusti.

La gittata è di circa Km. 500 e la quota di tangenza della traiettoria raggiunge i Km. 100 di altezza (fig. 3 - Tav. III). Un modello di capacità e portata molto superiore pare fosse quasi ultimato sul finire della guerra.

Per adattare la V^2 al servizio di siluro eiettore basterebbe trasformare il reparto anteriore, che conteneva la carica esplosiva, in cabina per il pilota e reparto contenente gli apparecchi eiettori.

Le V^2 sono comandate a mezzo di speciali stazioni radio ad onde cortissime a fascio emesse da terra o da aeroplani naviganti ad alta quota. Un uguale sistema potrebbe essere usato anche per i siluri eiettori, ma riteniamo preferibile per la manovra di lancio del pulviscolo siano comandati da un pilota, che eseguito il lancio del pulviscolo, si getterà dall'apparecchio con paracadute a quota opportuna della traiettoria discendente prima di toccare la terra, senza eccessivo pericolo.

Come si vedrà in seguito la durata del lancio del pulviscolo per formare un cordone nebulare, è brevissima, può durare pochi minuti ed il lancio può essere eseguito nel

tratto superiore quasi orizzontale della traiettoria (fig. 3 - Tav. III).

Gli apparecchi eiettori piazzati nella parte anteriore del siluro potranno essere costruiti secondo diversi sistemi.

Il pulviscolo potrà essere lanciato con un sistema esclusivamente meccanico da apparecchi simili a turbo ventilatori rotanti ad altissima velocità, oppure con apparecchi atti ad eiettare ad altissima velocità gas o vapori che trascineranno il pulviscolo.

Si deve notare che il pulviscolo aggiunge alla velocità che gli viene impartita dagli eiettori, la velocità acquisita dal siluro eiettore che lo trasporta nella medesima direzione e che è di circa metri 1300 al minuto secondo (vedi fig. 3 - Tav. III) e che la velocità finale del pulviscolo è data dalla somma delle due velocità.

Il carattere schematico di questa relazione non comporta maggiori dettagli sui siluri eiettori e sugli apparecchi eiettori.

Una descrizione più diffusa dei particolari tecnici verrà pubblicata in una prossima relazione.

Cap. VI. - Modalità per il lancio del pulviscolo nello spazio. — Il cordone nebulare può essere lanciato nello spazio secondo diverse norme e sistemi. Descriviamo un sistema da usarsi qualora la pressione luce non risulti sufficiente per spingere il cordone, quando la direzione del cordone sia eguale alla direzione delle radiazioni ed occorra una deviazione. Questo sistema è esposto dalla fig. 1 - Tav. I che rappresenta due siluri eiettori a quota di Km. 120 e posti in A ed A′.

Ciascuno di questi siluri lancerà un getto di pulviscolo verso il punto D e nel punto D i due getti s'incroceranno.

Supponiamo per facilitare la spiegazione che nel punto D vi sia un aereoplano lanciato a grande velocità verso C ed in A e A′ due riflettori che devono illuminarlo ed incrociarsi su esso finchè giunge in C. Eguale genere di lavoro devono compiere i due siluri eiettori perchè a somiglianza
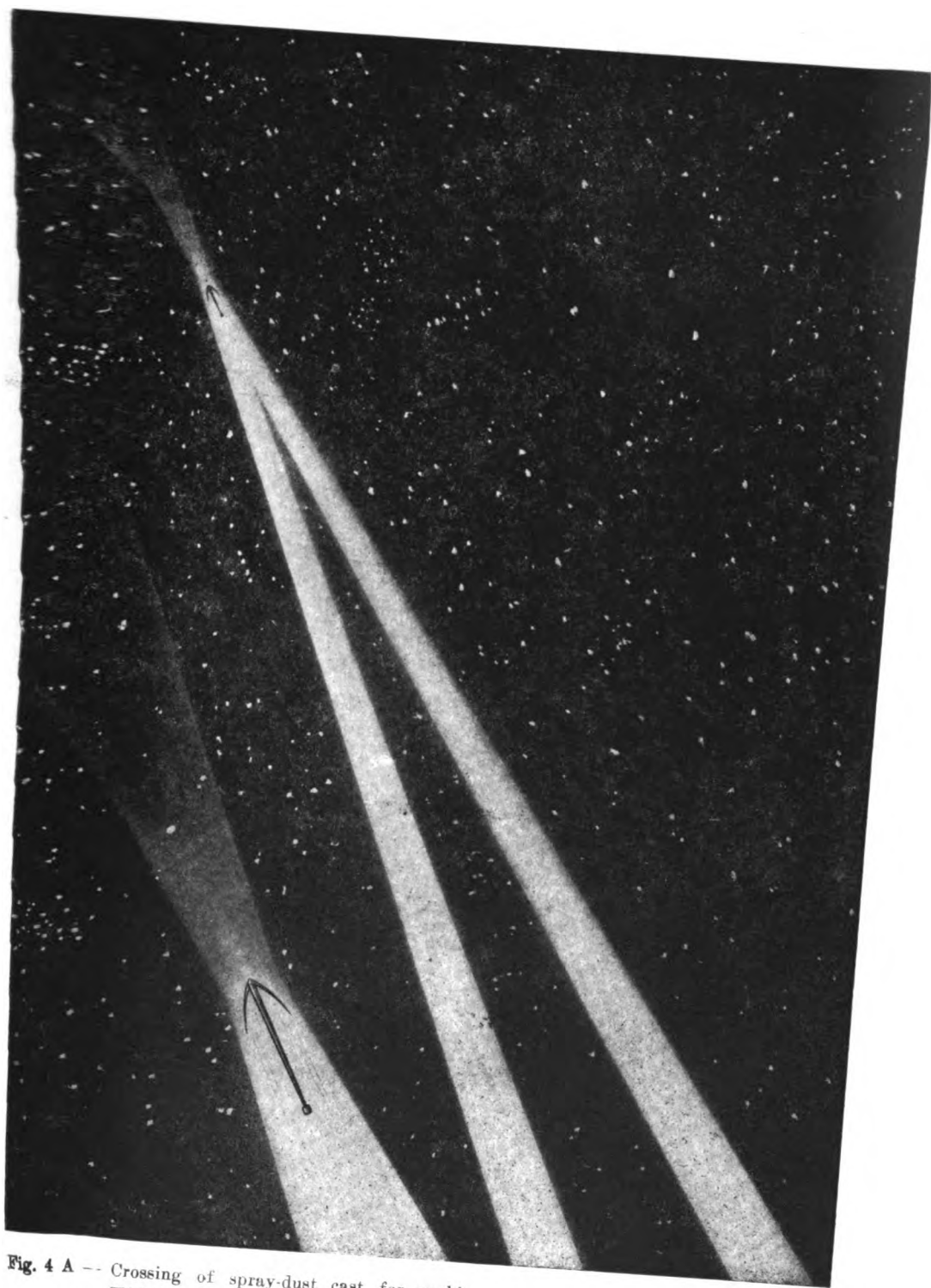
Fig. 4 A — Crossing of spray-dust cast for pushing an astroship in the interplanetary space.

— Incrocio di getti di pulviscolo astrale per sospingere un astronave nello spazio interplanetario.

dei due riflettori devono anche questi spostare l'incrocio di due getti di pulviscolo per colpire e sospingere un'astronave che si muove da D a C (Fig. 4 A).

Indicata con R la direzione delle radiazioni solari, si è calcolato che il cordone nebulare quando è nella direzione A C abbia un'inclinazione del 20% sulla direzione delle radiazioni.

Eguale cosa dicasi pel cordone A' C.

E' evidente che quando l'incrocio dei due cordoni passerà da D. a C. detta inclinazione sarà superiore al 20%.

Dato che si è stabilito in questo metodo di lancio che l'inclinazione del cordone sulla direzione R. debba sempre essere superiore al 20% perchè il cordone sia colpito lateralmente dalle radiazioni (fig. 2), risulta che i due siluri posti in A ed A' non possono più essere utilizzati per colpire l'astronave nel tragitto da C ad E perchè l'inclinazione dei cordoni diverrebbe inferiore al 20%. Per questo motivo quando l'astronave ha raggiunto C, entrano in funzione due nuovi siluri eiettori piazzati in B e B' che incrociano su essa il getto di pulviscolo durante il percorso da C ad E, con una inclinazione del cordone nebulare ancora superiore al 20% sulla direzione R delle radiazioni.

Questo cambio dei siluri eiettori può essere ripetuto diverse volte in B^2, B^3, ecc. secondo la lunghezza della traiettoria con spinta dell'astronave e la distanza del nuovo siluro da A a B sarà approssimativamente 1/5 della distanza del tragitto C E.

Come si è detto il cordone nebulare va mantenuto inclinato con una deviazione superiore al 20% sulla direzione R delle radiazioni perchè il lato interno del cordone sia colpito dalle radiazioni solari e così esponga maggior superficie all'effetto della pressione luce che esercita su di esso un incremento di velocità con moto uniformemente accelerato.

I granelli del pulviscolo del cordone saranno quindi sottoposti al moto uniforme loro impresso dal lancio del siluro secondo l'angolo α e al moto uniformemente accelerato loro impresso dalla pressione luce nella direzione R

e di conseguenza la loro traiettoria nel piano della fig. 1 non sarà una linea retta ma parabolica.

Se si vuole ottenere maggiore energia per sospingere l'astronave bisognerà lanciare nello spazio un maggior quantitativo di pulviscolo e riunirlo nei punti d'incrocio da D ad E.

Questo si ottiene aumentando il numero dei siluri eiettori e dei cordoni. Per esempio si piazzeranno altri due siluri sopra A e due sotto A.

Un eguale aumento verrà fatto sopra e sotto A'.

Avremo quindi dieci siluri che incrocieranno i dieci cordoni nebulari da loro lanciati in D sull'astronave e continueranno questa azione spostando l'incrocio verso C.

Questi cordoni sospenderanno la loro azione quando l'Astronave avrà raggiunta la distanza di circa Km. 3200 dal punto di partenza come diremo in seguito.

Questo sistema a cordoni incrociati che importa delle complicazioni nell'emissione, sarà necessario solo nel caso che dopo le prime esperienze di lancio del pulviscolo nello spazio si riscontri una insufficienza della pressione luce per la eccessiva densità del cordone o per altri motivi. Ma come si è detto riteniamo che l'effetto della pressione luce sul pulviscolo sia sufficiente a generare il movimento accelerato del cordone nebulare anche nei punti più distanti dai siluri eiettori ed allora non sarà più necessario che il gruppo dei siluri eiettori incroci a distanza i propri getti.

Si potranno invece disporre tutti i siluri eiettori vicini in un gruppo riunito O e ***lanceranno direttamente dei getti paralleli, contigui o sovrapposti***, nella direzione D E dell'Astronave.

Cap. VII. - Lavoro che può effettuare un cordone nebulare. — Sia dato un fascio, un cordone nebulare che abbia per sezione un quadrato di m. 1 $\times$ 1 di lato, invece di un circolo, e questo fascio sia diretto nello spazio verso una grande turbine Laval ad azione che supponiamo ferma nello

spazio e la investa nella zona delle palette atta al funzionamento normale.

Questa turbina Laval assumerà una forte velocità di rotazione e potrà dare un dato lavoro. Questo lavoro può essere calcolato in modo analogo all'usato per le turbine a vapore come segue:

Se ogni metro cubo di questo cordone contiene milligrammi 1 di pulviscolo, un segmento della lunghezza di Km. 1 di questo cordone conterrà grammi 1 di pulviscolo.

Supposto che questi granelli per effetto della pressione luce siano animati della velocità di Km. 4 m″, ogni minuto secondo passeranno attraverso le palette della turbina quattro segmenti di Km. 1 del cordone e quindi grammi 4 di pulviscolo.

Se usiamo la formola comunemente usata per calcolare il lavoro che il vapore può fare in una turbina ad azione semplice otterremo:

$$\frac{\text{Kg. } 0{,}004 \times \text{m. } 4000^2}{2 \times 9{,}81} = \text{Kgm./sec. } 3200$$

Risulta quindi che un fascio quadro di pulviscolo della sezione di mq. 1 quando sia animato dalla pressione delle radiazioni solari della velocità di Km. 4 al minuto secondo è capace di produrre teoricamente HP. 42,6.

(R): Questa formola è anche la formola base della balistica per trovare il lavoro che è capace di eseguire un proiettile lanciato nel vuoto prima di fermarsi e quindi anche il pulviscolo lanciato nel vuoto.

Supponiamo ora che lo stesso fascio quadro nella direzione D invece di agire su una turbina ad azione fissa nello spazio, agisca su una serie di palette disposte una dopo l'altra, non in una corona circolare come nella turbina Laval, ma tra due supporti diritti come viene indicato nella Fig. 3 - Tav. I, che corrisponde ad una corona di turbina ad azione svolta e che questo segmento rettilineo di palette sia mobile nello spazio. Esso sarà soggetto per l'effetto della forza del cordone alla spinta S ed alla portanza P segnate sul grafico fig. 4 e se la portanza si equilibrerà col peso A

verrà spinto nella stessa direzione della pressione di radiazione R.

Questo è l'effetto che si vuole ottenere dal cordone descritto per la propulsione di una astronave nello spazio.

E' evidente che come per la navigazione nell'aria sono stati costruiti molti tipi di apparecchi che si basano su principii molto diversi (aeroplani, alianti, autogiri, paracadute, ecc....) così per la navigazione nel cordone nebulare possono essere costruiti apparecchi basati su principii diversi a norma delle attuali cognizioni tecniche sull'Astronautica, Aeronautica, e meccanica in genere.

La fig. 2 - Tav. I rappresenta un cordone nebulare che per facilitare la spiegazione si suppone di sezione quadrata di metri 50 × 50 invece che circolare. Se il cordone ha la velocità di m. 4000 al m." questo parallelepipedo lungo metri 4000, rappresenterà il getto di pulviscolo che passa nelle palette in m." 1 e questo getto avrà la cubatura di m. 50 × 50 × 4000 = mc. 10.000.000. Se questo getto avrà una deviazione del 20% sulla direzione R delle radiazioni solari, solo la sua faccia A sarà illuminata dalle radiazioni e mq. 1 della sezione normale delle radiazioni illuminerà mq. 5 del lato A del cordone. Quindi 1 mq. del lato A del cordone riceverà solo 1/5 della pressione luce di mg. 1 che riceve un metro quadrato della sezione normale alle radiazioni. In questo caso come abbiamo detto un milligrammo di pulviscolo dovrà occupare metri cubi 250 ed il segmento del cordone nebulare lungo km. 4 conterrà mc. 10.000.000 : mc. 250 = gr. 40 di pulviscolo.

Questo è il peso di pulviscolo di un segmento del cordone di m. 50 × 50 che per ogni m." urta le palette di un apparecchio. Quindi può produrre una potenza teorica di HP. 426.

Ed in questo caso siccome ogni metro quadrato della sezione delle radiazioni agisce su un milligrammo di pulviscolo, risulta che ci siamo attenuti alla teoria Maxwel (Bartoli - Lebedef) sulla pressione luce.

Dato che un cordone nebulare della sezione di metri 50 × 50 può fare un lavoro di Hp. 426, se uniremo nel punto di incrocio D, come descritto, dieci di questi cordoni, in questo punto potremo ottenere Hp. 4260.

Osservando che la sezione del cordone ha una superfice di m. 50 × 50 = mq. 2500 e che la superfice dell'ala dell'astronave, come si dice in seguito, è all'incirca di mq. 400, risulta che l'astronave copre all'incirca 1/6 della sezione del cordone e quindi potrà utilizzare solo:

$$\text{HP. } \frac{4260}{6} = \text{HP. } 710$$

Se si ripete il calcolo precedente per lo stesso cordone nebulare della sezione di m. 50 × 50 quando per il moto uniformemente accelerato che subisce, sarà passato dalla velocità di km. 4 al minuto secondo alla velocità di km. 9 al minuto secondo, otterremo Hp. 2160.

E riunendo dieci di questi cordoni, l'astronave potrà utilizzare una forza di

$$\frac{\text{HP. } 2160 \times 10}{6} = \text{HP. } 3600$$

Come abbiamo detto si può ritenere che per le considerazioni esposte un milligrammo di pulviscolo occupi un volume di mc. 1 oppure di mc. 50 invece del volume di mc. 250 usato nel calcolo precedente.

Nel primo caso Kg. 16,6 di pulviscolo urteranno le palette dell'Astronave ogni m.″ e nel secondo Kg. 0,333 ogni m.″

Ripetendo il precedente calcolo per questi spazi ridotti e cioè per un cordone che abbia una densità superiore, ne risulterà un lavoro utilizzabile molto superiore come si vede dalla seguente tabella A che dà la potenza teorica che un'Astronave può ricavare da un cordone nebulare a seconda della densità di questo cordone ed a seconda che questo cordone abbia raggiunto la velocità di Km. 4 al m.″ oppure la velocità di Km. 9 al m.″

TABELLA A

Velocità del pulviscolo	mg. 1 in m³ 250	mg. 1 in m³ 50	mg. 1 in m³ 1
Km. 4 al m"	Hp. 710	Hp. 3550	Hp. 177500
Km. 9 al m"	Hp. 3600	Hp 18000	Hp. 900000

Da questa tabella risulta evidente l'alto aumento che si riscontra nella forza trasportata dal cordone coll'aumento della densità del cordone e la forza esuberante della quale può disporre l'Astronave quando la velocità si avvicini ai Km. 9 al m."

Descriviamo due modelli di Astronave adatti al cordone nebulare che si basano su due sistemi diversi, restando inteso per quanto sopra detto che altri modelli possono esser facilmente costruiti con altri principi tecnici noti.

Cap. VIII. - ASTRONAVE MODELLO 1. — La tav. 2 fig. 1 dà la sezione longitudinale di un'Astronave Mod. 1 adatta ad essere sospinta dal cordone nebulare.

La fusoliera F simile ad una fusoliera di aereoplano, porta all'estremità anteriore il grande disco A che ha il diametro di m. 23 e la superficie di mq. 400. Questo disco è rappresentato di fronte dalla fig. 2 ed in sezione dalla fig. 1 e dalla fig. 3.

Il disco A è composto da molte serie di palette Z orizzontali, di lamiera di lega leggiera, come si vede dalla sezione fig. 3 del disco. Queste palette occupano tutta la superficie del disco ed il pulviscolo del cordone nebulare lanciato nella direzione D investe la superficie A' del disco, passa attraverso le palette eseguendo un'azione di spinta e portanza ed esce dalla superficie A del disco deviato verso il basso.

L'Astronave viene quindi sostenuta e sospinta dal cordone nella direzione D a norma delle manovre del pilota.

Le palette sono montate su cerniere laterali disposte lungo l'asse longitudinale delle palette, cerniere che permettono una data oscillazione. Ne consegue che queste palette sono orientabili verso l'alto od il basso come si vede dalle tre sezioni della fig. 3 e la loro inclinazione è comandata dal pilota.

Quando le palette sono tenute dal pilota nella posizione *a*, il cordone nebulare eserciterà su di esse il massimo effetto di portanza P in raffronto alla spinta S e questa posizione verrà usata specialmente all'inizio del percorso.

Quando le palette verranno inclinate secondo la posizione *b* aumenterà la spinta e diminuirà la portanza e quando verranno inclinate nella posizione *c*, ogni canale di passaggio del pulviscolo verrà otturato ed il grande disco A diventerà una superficie chiusa e subirà solo la spinta del cordone.

Nell'uso pratico il pilota preferirà usare in dati periodi del percorso, qualche serie di palette aperte nella posizione migliore per la sostentazione dell'apparecchio e le rimanenti serie quasi completamente chiuse nella posizione C per aumentare la spinta nella direzione R delle radiazioni.

L'estremità anteriore della fusoliera porta la cabina del pilota C. Questa cabina è costruita secondo le norme usate per i palloni ed aereoplani stratosferici e deve resistere alla pressione atmosferica interna. Di preferenza sferica, sporgerà in parte dalla fusoliera come si vede dalla fig. 1 per permettere una buona visibilità al pilota da tutti i lati. La visibilità del pilota potrà essere aumentata con periscopi ed altri apparecchi noti.

L'estremità posteriore della fusoliera porta la cabina di deposito M contenente i serbatoi del combustibile per il propulsore a reazione sussidiario, i viveri, il sistema giroscopico ed altri accessori e porta i timoni di profondità P e di direzione T. Questi timoni sono simili come dettagli di costruzione ai timoni degli aereoplani, ma i loro perni di rotazione sono invertiti perchè sono investiti dal cordone nebulare che arriva dal lato R.

Le alette per la stabilità laterale fissate ai due lati del disco A e pure invertite, sono segnate nella figura 2 con la lettera L. Le dimensioni delle palette Z ed il loro numero possono essere variate a seconda dei concetti di costruzione.

Diversi altri particolari di costruzione e di manovra sono simili ai particolari che descriveremo ora per il modello N. 2.

Cap. IX. - ASTRONAVE MODELLO 2. — Nell'Astronave Mod. 2 la superficie portante invece di essere costituita da una serie di piccole palette sovrapposte come si è ora detto per il Mod. 1, è costituita da una sola grande paletta che ha la superficie di circa mq. 400. Richiamando le definizioni usate per gli aereoplani il Mod. 1 potrebbe essere definito un multiplano ed il Mod. 2 un monoplano.

Come si vede dalle figure 1 e 2 Tav. 3 la Fusoliera F porta all'estremità anteriore una grande ala curva A che presenta delle analogie con una grande paletta di areomotore e che misura metri 30 di lunghezza per metri 13 di larghezza. Questa grande ala che si vede in sezione nella fig. 1 e di fronte nella fig. 2 è congiunta con un sistema articolato N alla fusoliera in modo da poter assumere diverse inclinazioni dalla posizione *B* alla posizione *B'* rispetto alla fusoliera, inclinazioni comandate dal pilota.

Quando questa grande ala si trova nella posizione B, viene investita dal cordone nebulare secondo la direzione D. La direzione del cordone viene da essa deviata ed il cordone esce secondo la direzione S. Si manifestano quindi sull'apparecchio gli effetti di spinta e portanza già accennati.

Come si è detto man mano che l'Astronave si allontana dal punto d i partenza si riscontra che cresce l'energia del cordone nebulare e diminuisce il peso dell'apparecchio. Ne conseguirà che il pilota a misura che si allontanerà dal punto di partenza, constaterà un graduale eccesso di portanza che dovrà diminuire spostando la superficie alare dalla posizione B verso la posizione B'.

TAV. 1

FIG. 1

E

C

D

R

α

B³ B² B A O A' B' B² B³

FIG. 2

R

R

D

FIG. 3

R

P

S B

A

FIG. 4

TAV. 2

FIG. 3

Z

a b c

TAV. 3
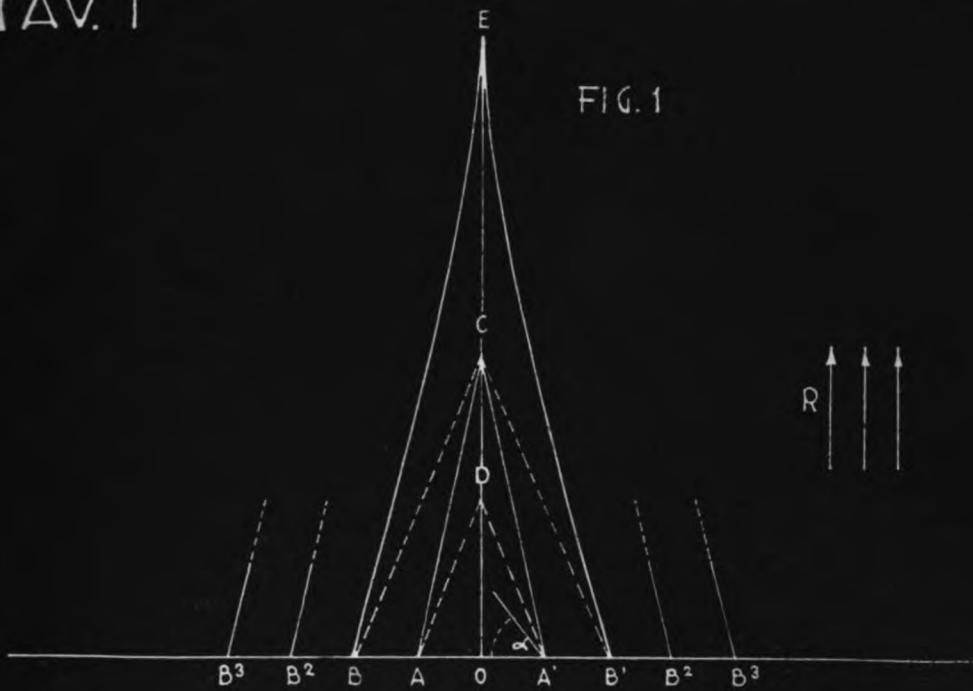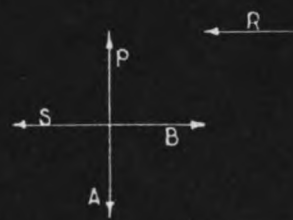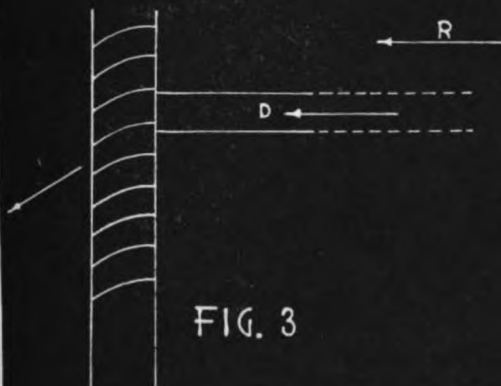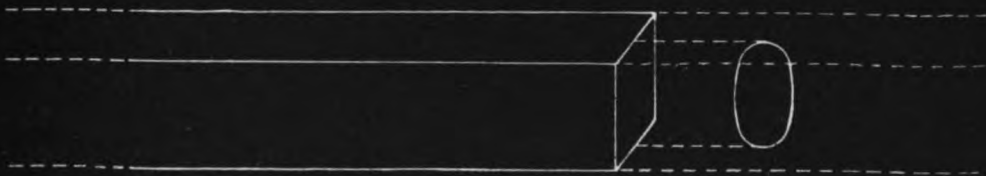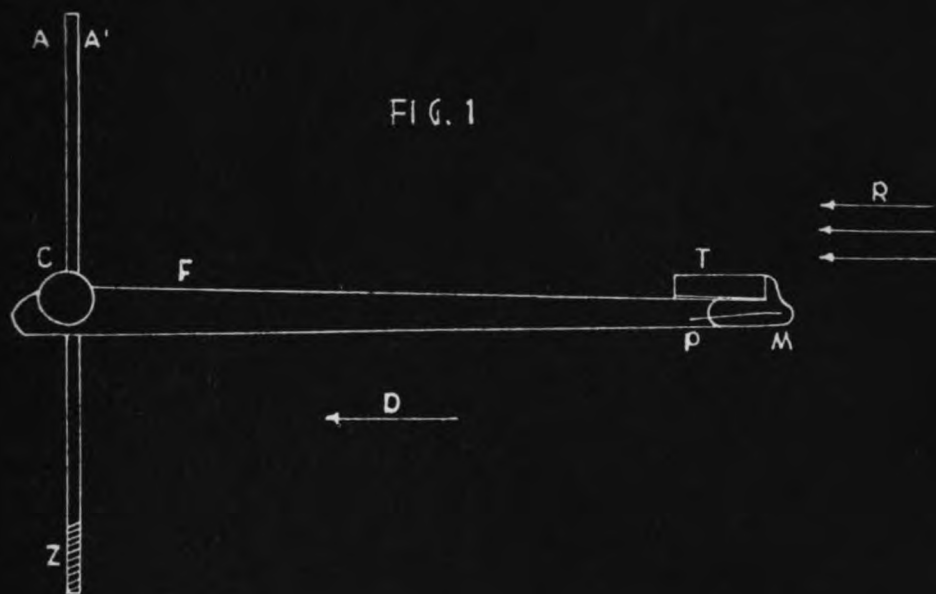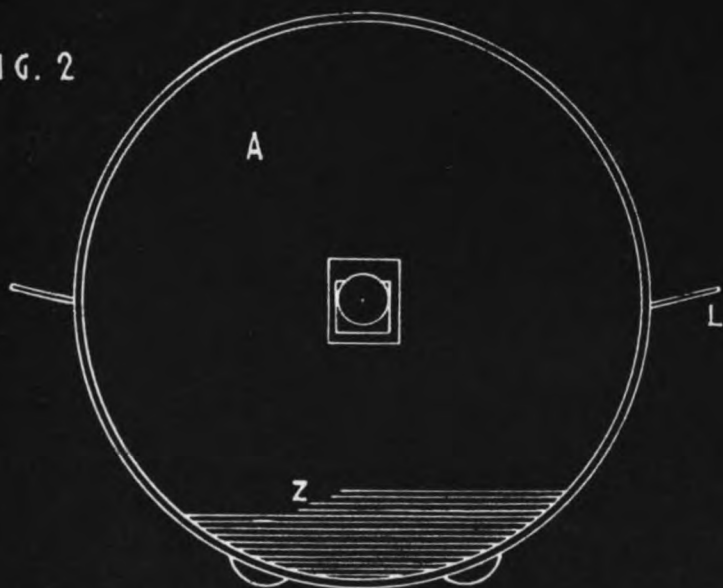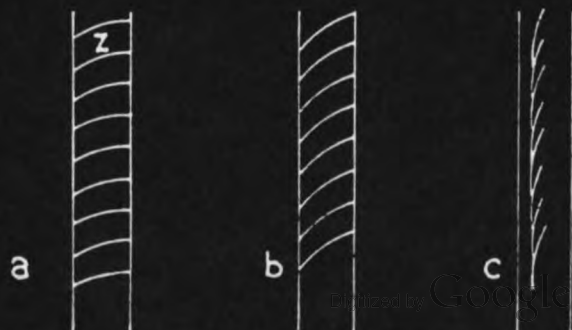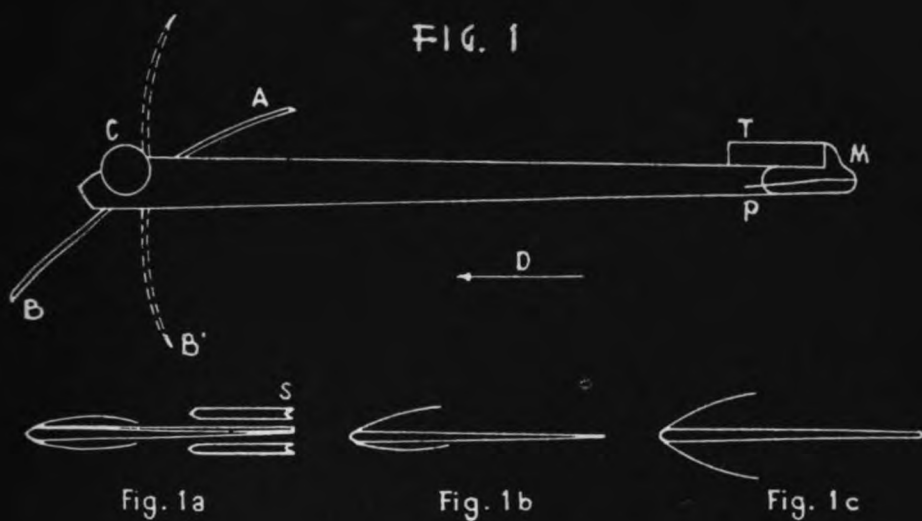
FIG. 2
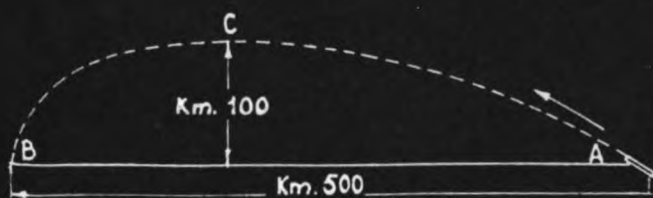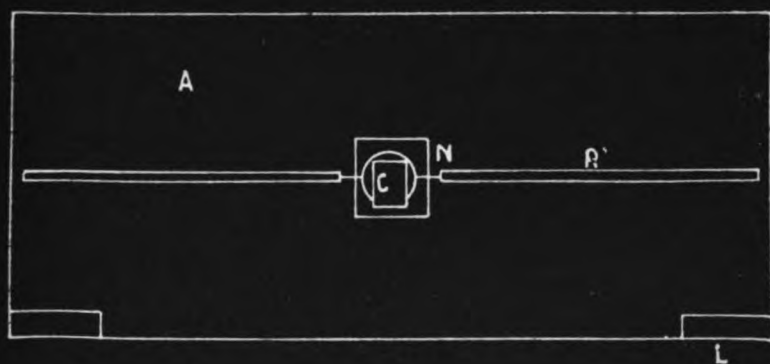
FIG. 3

E' evidente che spostando l'ala verso B′ diminuisce la portanza ed aumenta la spinta nella stessa direzione della pressione delle radiazioni. Quando l'ala avrà raggiunto la posizione B′ fig . 1 e cioè sarà disposta in un piano normale all'asse della fusoliera ed alla direzione del cordone allora essa non funzionerà più per ottenere l'effetto di deviare il cordone come l'ala di un aliante, ma funzionerà come un paracadute che sia investito da una corrente ascendente e sia da essa innalzato o come un veliero che sia spinto dal vento in poppa.

In questo caso l'apparecchio riceverà tutta l'energia del cordone nebulare sotto forma di spinta e non subirà più alcun effetto di portanza e verrà trasportato dal cordone nebulare nella sua stessa direzione D e ad una velocità poco inferiore a quella del cordone nebulare stesso.

Il peso della cabina - deposito M situata all'estremità posteriore della fusoliera serve ad equilibrare l'Astronave quando si trova in questa posizione, così come funziona da equilibratore il peso della persona quando un paracadute scende aperto col peso del paracadutista.

Un sistema giroscopico funzionante nella cabina M impedisce le oscillazioni pendolari nocive.

Questa posizione si può ottenere quando l'energia del cordone nebulare si è fortemente accresciuta per il moto uniformemente accelerato, in rapporto al peso dell'apparecchio e l'effetto della gravità non è più normale alla direzione del cordone, ma quasi parallelo a questa direzione.

Questo si può solo verificare quando l'Astronave è a grande distanza dal punto di partenza.

La fenditura longitudinale regolabile R′ fig. 2 nell'ala può essere allargata quando si voglia diminuire la spinta.

Invece per il periodo di funzionamento all'inizio ed a piccole distanze dal punto di partenza, il pilota terrà la superficie alare nella posizione B, come abbiamo detto, per utilizzare l'effetto di portanza e spinta.

E' evidente che in questo caso l'Astronave funziona come un cervo volante od un aliante. Ma nel caso del cervo

volante è necessaria una fune che freni la superficie inclinata perchè si possa manifestare l'effetto di portanza.

Nel caso della descritta Astronave, non esiste la fune che serve da freno, e l'Astronave dovrebbe cadere se fosse soggetta all'effetto di un cordone nebulare animato da moto uniforme. Invece come si è detto il cordone è animato da moto uniformemente accelerato e questo progressivo aumento di velocità corrisponde sull'Astronave all'effetto del freno sul cervo volante.

Si può anche raffrontare il modo di sostentamento dell'Astronave, a quello di un aliante che sia investito di fronte da un vento che continua a crescere di velocità, in modo che la velocità dell'aliante in senso retrogrado debba essere sempre inferiore alla velocità del vento, perchè a pari velocità l'aliante dovrebbe cadere.

Queste spiegazioni sul funzionamento servono anche per l'Astronave mod. 1. (vedi anche pag. 53).

Cap. X. - EMISSIONE DEL PULVISCOLO AD ALTA VELOCITÀ. — Il periodo più difficile per il sollevamento dell'Astronave si presenta alla partenza, all'inizio del tragitto perchè il pulviscolo ha bisogno di percorrere una traiettoria non indifferente sotto l'impulso del moto uniformemente accelerato prima di raggiungere la velocità di circa Km. 4 al m″, velocità che gli permette di fornire il lavoro indicato dalla tabella A.

Se si vuol utilizzare il pulviscolo animato dal solo moto uniformemente accelerato impresso dalla pressione delle radiazioni solari l'Astronave deve essere piazzata molto lontana dai siluri eiettori che lanciano il pulviscolo e questa distanza tra i due apparecchi emittente e ricevente può apportare delle difficoltà di esecuzione.

Si è provveduto ad eliminare queste difficoltà coll'emissione del pulviscolo ad alta velocità per mezzo di apparecchi portati dai siluri eiettori. Le nuove esperienze e risultati sulla propulsione a reazione danno la possibilità di lanciare del pulviscolo a velocità anche superiori ai Km. 4

al m″ richiamando come si è detto, che il pulviscolo utilizza anche la velocità del siluro eiettore che lo trasporta, che è già di circa metri 1300 al minuto secondo. Non è però assolutamente necessario che il pulviscolo raggiunga la velocità di Km. 4 al m″, perchè si possono ottenere buoni risultati anche con velocità inferiori.

Come si è detto dieci siluri eiettori a quota superiore ai Km 120 e cioè fuori dell'atmosfera terrestre, lanceranno dieci getti di pulviscolo adatto che si incroceranno nel punto D dove si trova l'Astronave che deve partire. Può convenire che questo punto D sia a breve distanza, dai siluri eiettori. In questo caso il pulviscolo verrà lanciato dai siluri contro le palette dell'Astronave mod. 1, disposte nella posizione *a* fig. 3, con una velocità di circa Km. 4 al m″ e produrrà la spinta ed il sostentamento dell'Astronave che inizierà il suo percorso nella direzione D. C.

Sarà sufficiente come risulta dalla tabella A che ognuno dei dieci eiettori lanci Kg. 0,200 al m″ alla velocità di Km. 4 al m″ perchè l'Astronave possa utilizzare una forza di Hp. 3550 alla partenza anche senza l'aiuto della pressione luce solare.

Il pulviscolo lanciato nel vuoto dagli eiettori colla velocità di Km. 4 al m″ potrebbe percorrere una traiettoria ed arrivare ad una distanza che secondo il calcolo che si usa in balistica per la gittata dei proiettili normali nel vuoto, potrebbe arrivare ai Km. 1600 con angolo di lancio di 45° e quindi con traiettoria molto curva, mentre nel caso qui esaminato pel lancio di pulviscolo nel vuoto, si deve utilizzare una traiettoria molto tesa.

Come spiegheremo in seguito la pressione luce della luce riflessa dalla Terra e le radiazioni calorifiche che salendo dalla Terra agiscono sotto i getti di pulviscolo, li deviano leggermente verso l'alto. Ne consegue che i getti di pulviscolo lanciati in direzione quasi orizzontale dagli eiettori non seguono la traiettoria parabolica inclinata verso la Terra per l'effetto della gravità. perchè la gravità è neutralizzata dalla pressione della luce riflessa e la traiettoria del pulviscolo prosegue nella direzione impressa dagli eiettori

con moto uniforme, nel vuoto e quindi senza la resistenza dell'aria, secondo una traiettoria quasi rettilinea contenuta in un piano quasi orizzontale passante per il punto dove i siluri eiettori effettuano il lancio.

Inoltre il pulviscolo, subito dopo lanciato, subisce l'effetto della pressione diretta delle radiazioni solari che incomincia subito ad aumentare la velocità iniziale di Km. 4 e trasforma il moto uniforme in moto uniformemente accelerato secondo la traiettoria parabolica A D che giace nel piano accennato (fig. 1 tav. 1).

Dalla tabella A risulta che aumentando la densità dei cordoni il numero dei cordoni e la velocità del pulviscolo si possono trasmettere sull'Astronave delle forze ingenti. Negli apparecchi con propulsione a reazione la potenza è sempre limitata alla capacità dei serbatoi: ***questo limite non esiste nell'Astronave qui descritta perchè tutto il materiale da consumarsi che occorre al funzionamento, è portato dai siluri eiettori che hanno un compito limitato vicino alla stazione di partenza***, e che possono essere aumentati di numero a seconda dei bisogno, dato che le spese di esercizio non hanno molta influenza in queste imprese.

Cap. XI. - Percorsi intersiderali. — Si potrebbe quindi riunire sull'Astronave una forza in Hp. molto elevata, ma si ritiene che sarà preferibile per non mettere in pericolo la resistenza dell'apparecchio e per evitare i disturbi fisiologici che una forte accelerazione può produrre sulle persone, mantenere una spinta costante anche se nell'ultima parte del periodo di propulsione, questa spinta potesse essere molto aumentata. Come si è detto le variazioni di velocità dipendono dalle manovre del pilota.

Il cordone potrà assumere accelerazioni diverse a seconda delle caratteristiche dei granelli di cui è composto.

Quindi supposto che la densità del cordone sia di milligrammi 1 in metri cubi 1 e che per le caratteristiche del pulviscolo scelto la pressione di radiazione sul cordone nebulare corrisponda da 2,5 a 3 volte la forza di gravità della

Terra, potrà essere usata per l'Astronave l'accelerazione $g = 2$.

Se vengono usati cordoni con densità inferiori ai mg. 1 in mc. 1 dovranno essere usate delle accelerazioni inferiori a $g = 2$.

Il lancio del pulviscono può essere effettuato con angolo di partenza $x = 0$ calcolato a partire dall'orizzonte e cioè nell'esatta direzione dei raggi solari tangenti alla Terra nel punto di lancio degli eiettori, ma può anche essere effettuato con deviazioni orizzontali o verticali perchè come si è detto oltre alla pressione luce, il pulviscolo è soggetto all'effetto del forte lancio con eiettori, che può spostare la direzione del cordone nebulare.

Come viene calcolato nell'Astronautica per i viaggi circumterrestri, l'Astronave con angolo di partenza $x = 0$ calcolato a partire dall'orizzonte e con velocità di Km. m/s 7.9 effettuerà il giro della Terra.

Questo sistema permette anche di effettuare tragitti interplanetari secondo le leggi note.

Ad esempio l'Astronave potrà raggiungere in m. 12′ 30″ e dopo un percorso di circa Km. 3200, la velocità di Km. 9 al m/s che è considerata la velocità di liberazione necessaria per raggiungere il nostro Satellite.

Raggiunta la suddetta velocità di liberazione i siluri eiettori arrestano il loro funziionamento ed il cordone nebulare viene sospeso. L'Astronave seguirà allora le norme generali esposte dall'Astronautica per i proiettili a reazione e continuerà per inerzia la sua traiettoria verso il Satellite che raggiungerà o girerà dopo circa 48 ore.

Calcoli già noti insegnano in quali limiti deve stare la velocità affinchè realmente l'Astronave giri intorno alla Luna, senza che le accada di cadervi sopra o di sfuggire per sempre verso l'infinito a causa dell'insufficiente effetto dell'attrazione lunare, e ritorni poi verso la Terra.

E' pure noto il sistema che per permettere un sicuro atterramento dell'Astronave al suo ritorno sulla Terra, le fa descrivere un certo numero di rivoluzioni ellittiche attorno alla Terra, facendole attraversare per breve tempo

l'atmosfera e passare poi ancora nel vuoto in modo da subire reiterate frenature.

Ma il sistema descritto in questo studio *permette l'utilizzazione di un nuovo potente mezzo di frenatura dell'Astronave*, non possibile cogli altri sistemi noti nell'Astronautica.

Infatti nel viaggio di ritorno dell'Astronave verso la terra, potranno essere diretti contro l'Astronave ed in senso inverso al suo cammino dei cordoni nebulari lanciati dalla Terra, simili ai già descritti e che ne freneranno potentemente la marcia.

I primi cordoni che verranno lanciati contro l'Astronave per frenarla saranno calcolati poco densi, perchè la frenatura all'inizio sia abbastanza dolce e per non far aumentare troppo la temperatura. La densità ed il numero dei cordoni verranno poi aumentati gradualmente fino ad ottenere l'effetto d'arresto voluto.

Si richiama che l'Astronave è munità di un piccolo propulsore a reazione sussidiario, che serve a facilitare le manovre di direzione e di arresto.

Cap. XII. - Utilizzazione della pressione luce riflessa dalla Terra. — Per calcolare il diametro e la densità che devono avere i granelli per essere soggetti alla forza di repulsione necessaria per vincere l'attrazione della Terra, ed il tempo e lo spazio che occorre al pulviscolo per percorrere una data traiettoria, servono le norme generali della Fisica e della Panspermia.

Ma si deve notare come in questo studio è stata risolta la difficoltà più grave che si riscontra nella teoria della Panspermia e cioè la dubbia efficienza delle forze citate dall'Arrenius e da altri per staccare il pulviscolo dalla Terra all'inizio del percorso. Infatti mentre l'Arrenius ed altri ammettono la possibilità che il pulviscolo possa essere allontanato dall'atmosfera terrestre dal solo effetto delle Aurore boreali e dei campi elettrici, in questo studio abbiamo

aggiunto per l'allontanamento l'effetto di forze ben superiori.

Infatti all'inizio del percorso in questo sistema il pulviscolo è sottoposto all'eiezione, cioè ad un potente lancio che gli dà subito l'altissima velocità iniziale di Km. 4 al m". Questa altissima velocità di lancio, come si è detto, impedisce che la traiettoria del pulviscolo si inclini subito verso l'atmosfera terrestre.

Inoltre con una nuova ideazione si è preso in considerazione l'effetto della pressione della luce e delle radiazioni calorifiche riflesse dalla Terra, effetto che prima d'ora non era mai stato calcolato dai competenti, e questo effetto che si aggiunge alle forze già considerate dall'Arrenius e da altri, dà la sicurezza che il pulviscolo si potrà allontanare dalla Terra secondo la traiettoria che abbiamo descritta.

E' noto che non solo le radiazioni luminose, ma anche le calorifiche esercitano su un granello una pressione nella direzione della loro propagazione.

Le radiazioni riflesse dalla superficie della Terra presentano delle altissime differenze di intensità a seconda delle regioni e località dove si producono. Nei casi che interessano questo studio bisogna sciegliere come punto di lancio del pulviscolo, le località dove si riscontrerà che le radiazioni luminose o calorifiche sono riflesse colla massima intensità.

Questo potrà avvenire per le radiazioni luminose, sopra le pianure coperte di neve o di ghiaccio, o sui terreni deserti molto chiari o bianchi, e per le radiazioni calorifiche sulle saline o sui deserti tropicali infocati. Scegliendo le più adatte di queste località e, se occorre, adattandole con livellamenti, curvature ed adattamenti di superfici speculari, si potrà ottenere che l'effetto della pressione delle radiazioni che salgono dalla superficie terrestre ed investono il lato inferiore del cordone nebulare, aggiunto all'effetto delle forze citate dall'Arrenius (aurore boreali e campi elettrici) corrisponda e neutralizzi l'effetto della gravità terrestre che tende ad inclinare verso terra la traiettoria del cordone nebulare.

L'equilibrio esatto tra la pressione della luce riflessa dal basso e l'attrazione terrestre si ottiene modificando le caratteristiche dei granelli (diametro, densità, potere riflettente ecc.) in modo che siano respinti più o meno dalla pressione luce.

Questo equilibrio può essere ottenuto per via sperimentale.

Per quanto sopra il cordone nebulare si svolgerà, come si è detto, in un piano tangente alla Terra nel punto di partenza, salvo le deviazioni che si riterrà necessario imprimere per le considerazioni dette.

Si può anche ottenere la pressione luce sul pulviscolo e quindi la formazione di un cordone nebulare, per mezzo di radiazioni luminose o calorifiche artificiali, ma per le difficoltà di esecuzione questo comporta delle complicazioni nel sistema descritto.

Possono invece con vantaggio essere usate delle radiazioni prodotte artificialmente per modificare la direzione dei cordoni nebulari generati dalle radiazioni solari.

Cap. XIII. - MODALITÀ PER IL LANCIO DELL'ASTRONAVE. — Qualora si voglia inviare una astronave al nostro Satellite bisognerà approfittare dei momenti nei quali le radiazioni solari che sfiorano la Terra siano dirette verso la Luna. Questo si riscontra nei periodi degli eclissi di Luna ed in certi periodi di Luna piena.

Naturalmente va calcolato l'anticipo di partenza dell'Astronave se il tragitto dura per esempio 48 ore.

Il tratto del percorso che abbiamo supposto di Km. 3200 durante il quale l'Astronave è spinta dal cordone nebulare per raggiungere la velocità di Km. 9 al m." si può effettuare solo in uno di questi periodi, ma non è necessario che la direzione che avrà assunta l'Astronave alla fine di questo periodo, sia esatta verso il punto di arrivo come dovrebbe essere il lancio di una palla di cannone.

Quando l'Astronave ha raggiunto la velocità di liberazione di Km. 9 al m." e procede solo per forza viva, la sua

traiettoria può essere sensibilmente modificata per mezzo del propulsore a reazione sussidiario che può generare delle deviazioni laterali, come nei proiettili razzo. La traiettoria verrà regolata secondo le tabelle di viaggio e gli apparecchi automatici di direzione che indicheranno le necessarie deviazioni del percorso.

Il col. Dewitt dopo gli ultimi risultati ottenuti a Belmar (Nuova Jersey) col super-radar che ha raggiunto la superficie della Luna, assicura che le Astronavi possono sicuramente essere controllate e guidate dalla Terra alla Luna coi suoi attuali apparecchi. In questo caso non è più necessario il pilota.

Il lancio dell'Astronave verso la Luna può essere eseguito dalle zone artiche od antartiche. Nel periodo del solstizio d'estate certe regioni artiche adatte sono per un lungo periodo illuminate costantemente dal sole basso all'orizzonte. Questa posizione dei raggi solari tangenti alla Terra nel punto di lancio, è adatta all'inizio del percorso.

Come si è detto la durata del periodo di emissione dei siluri eiettori è breve, circa minuti primi 12, quindi il movimento di rotazione della Terra, specie in queste regioni, non apporta grave disturbo.

Il lancio può anche essere effettuato all'alba od al tramonto nelle regioni equatoriali ed in altre regioni sulla linea di demarcazione tra la luce e l'oscurità. Il lancio al tramonto nelle zone equatoriali offrirà il vantaggio che il cordone nebulare sarà soggetto al massimo effetto delle radiazioni luminose e calorifiche che saliranno dalla Terra, ad esempio da un deserto infocato o da una salina bianca come si è detto.

Mentre il lancio nelle regioni artiche sarà vantaggioso perchè il cordone nebulare riceverà al massimo l'effetto di sollevamento che gli verrà impartito dalla luce riflessa dalle regioni bianche per neve o ghiacciai.

Come si è detto i siluri eiettori effettueranno il lancio del pulviscolo ad una altezza di circa Km. 120 dalla superficie della Terra, perchè il lancio avvenga fuori dell'atmosfera terrestre. Nella zona Artica questa altezza è sufficiente in linea di massima perchè lo schiacciamento della Terra

ai poli diminuisce la curvatura della Terra e perchè lo spostamento del punto di lancio per la rotazione della Terra nella zona Artica è molto lento e normale alla direzione dei raggi solari tangenti alla Terra.

Nella zona equatoriale converrà effettuare il lancio del pulviscolo da una altezza doppia della precedente e possibilmente anche superiore, perchè la forte velocità di rotazione della superficie della Terra tenderà a portare l'Astronave ed i siluri eiettori nel cono d'ombra proiettato dalla Terra, se si effettuerà il lancio al tramonto.

Ma siccome la durata del periodo di lancio sotto la pressione del cordone nebulare è molto breve (per l'esempio citato è di 12', 30" e la lunghezza di questo periodo è limitata a Km. 3200 cioè circa ½ raggio terrestre) così è sufficiente la quota di lancio di Km. 240 o di poco superiore per sottrarre tutto il periodo nel quale funziona il cordone nebulare, che deve ricevere tutte le radiazioni solari, dal cono d'ombra della Terra. Per il resto del percorso, quando il cordone nebulare è sospeso ed il proiettile procede per forza viva, non occorre che l'Astronave sia colpita dai raggi solari.

Stabilita per calcolo l'ora esatta nella quale l'Astronave deve partire dalla Terra per raggiungere o girare la Luna, in un definito periodo d'eclissi o di Luna piena, si potrà scegliere il punto esatto della partenza, secondo i vari criteri esposti e dati di convenienza, sulla linea di demarcazione tra l'emisfero illuminato e l'emisfero oscuro nella suddetta ora fissata per il lancio e le difficoltà che si presenteranno a seconda della scelta delle zone equatoriali, artiche od altre di questa linea, potranno essere risolte con un aumento dell'altezza da terra del punto di lancio degli eiettori alla partenza, cioè allontando dalla Terra il punto più vicino della traiettoria dell'Astronave tangente alla Terra.

L'aumento della quota di partenza, la possibilità di deviare leggermente i cordoni nebulari in tutti i sensi dalla direzione dei raggi solari e le deviazioni permesse dal propulsore a reazione sussidiario, rendono il calcolo dell'ora e del punto di partenza abba-

stanza libero e non legato ad eccessive restrizioni di tempo e di spazio.

Un buon risultato pratico si potrà presto ottenere anche con un sistema misto che utilizzi la propulsione a reazione e la propulsione del cordone nebulare.

Se nell'attuale periodo le astronavi a reazione potranno raggiungere la velocità iniziale di Km. 2 o 3 al m/sec. ad una quota da stabilire e non potranno raggiungere la velocità di liberazione per l'eccessivo peso del combustibile da sollevare. ragginnta questa quota potranno utilizzare la propulsione del cordone nebulare e sfruttare così i vantaggi precipui dei due sistemi.

Per la partenza dell'Astronave da Terra occorre il sussidio di propulsori a reazione ed è sufficiente che raggiungano delle velocità inferiori alla velocità delle V^2 che è di circa Km. 1,3 al m/sec.

La fig. 1 - Tav. 3 è schematica e serve solo per la spiegazione.

Viene sviluppata dalle fig. 1 a - 1 b - 1 c - della Tav. 3 che rappresentano un modello più pratico di Astronave nel quale le ali sono snodate al centro e si possono ripiegare lungo la fusoliera come alla fig. 1 a - per diminuire la resistenza dell'aria alla partenza da Terra.

La fusoliera è provvista di due siluri razzo S che servono a far partire l'Astronave da Terra ed a trasportarla fino alla quota di Km. 120, dove detti siluri vengono staccati e lasciati cadere. A quota Km. 120 il pilota farà aprire l'ala superiore, come alla fig. 1 b e l'apparecchio funzionerà solamente come aliante per l'inizio del percorso, quando entrerà nel raggio d'azione di un cordone nebulare.

In seguito il pilota farà aprire le due ali come alla fig. 1 c quando l'Astronave dovrà funzionare come paracadute trasportato dal cordone nebulare, come si è spiegato al Cap. 9.

Le ali sono bianche o riflettenti per diminuire il riscaldamento dei raggi solari (vedi tabelle di R. Esnault Pelterie).

Con opportuni accorgimenti che descriveremo in una

prossima relazione, si può diminuire il riscaldamento causato dallo sfregamento del pulviscolo sulle ali.

E così pure si può impedire l'allargamento e la diffusione dei cordoni nebulari. qualora si verifichi questo fatto nei settori lontani.

Cap. XIV. - Le possibilità di attuazione. — Quando ho iniziato questo lavoro mi sembrava una anticipazione troppo ardita il descrivere dei siluri eiettori che a 120 chilometri di altezza dovevano tracciare il cordone nebulare. Così restando le cose forse non avrei ora pubblicato questa relazione.

Ma nei due ultimi anni di guerra il progresso torturato da gruppi militarizzati di scienziati ha fatto dei balzi ed io mi sono trovato i siluri eiettori già fatti dal successo delle V^2 tedesche (fig. 3).

Allora riesaminato questo lavoro che mi sembrava complicato e di difficile realizzazione, mi sono accorto che avevo commesso l'errore contrario all'errore classico degli inventori: cioè avevo giudicato la sua realizzazione più difficile di quanto lo fosse realmente.

La risoluzione di un problema di questa mole va appunto affidata ad un gruppo di scienziati specializzati, forniti di grandi mezzi, sussidiati da grandi industrie e dagli Stati, come è stato fatto per la bomba atomica, per le V^2 e per gli aereoplani a reazione.

A questo gruppo di scienziati specializzati nelle varie partite dell'impresa, potrebbero essere proposti di massima questi quesiti:

— 1° - La costruzione di siluri eiettori di poco più capaci e potenti delle V^2 (forse già costruiti nell'ultimo periodo della guerra) atti a portare dei potenti eiettori e possibilmente un pilota, e la costruzione delle astronavi descritte, cioè veicoli senza motore atti ad essere trasportati dal cordone nebulare, che rientrano nella categoria degli

alianti e che quindi presentano solo difficoltà tecniche di esecuzione.

— 2° - La fabbricazione di diversi tipi di pulviscolo finissimo che corrisponda in linea generale ai dati pubblicati dall'Arrenius e da altri negli studi della Panspermia, affinchè fra questi tipi possa essere scelto il più adatto ad essere sottratto dalla pressione luce alla forza d'attrazione della Terra.

Le prove e selezioni di questi tipi dovranno essere eseguite per via sperimentale con lanci preliminari a quote ultra stratosferiche.

— 3° - Il calcolo esatto di un ingente numero di misurazioni, combinazioni e dettagli da parte di esperti astronomi, calcolo che sarà molto facilitato da prove preliminari di lancio del pulviscolo nello spazio.

Esaminando questi tre quesiti risulta che:

Il primo è già quasi risolto e comunque è di sicura risoluzione meccanica.

Il secondo è già stato risolto in parte dall'esperienze di Nichols e Hull e di altri, e comunque è solo un lavoro di perizia e pazienza di laboratori scientifici.

Il terzo è un arduo lavoro di calcolo di astronomi, su una traccia sicura e definita che non presenta possibilità di difficoltà insuperabili.

Evidentemente il gruppo di scienziati specializzati ai quali fosse affidata la risoluzione di questo problema per le comunicazioni interplanetarie, sarebbe costretto a risolverlo trattandosi esclusivamente di difficoltà normali di esecuzione, in confronto agli scogli superati per la disintegrazione dell'atomo.

Quindi l'attuazione delle comunicazioni interplanetarie e, nel caso più semplice, delle comunicazioni col nostro Satellite, si può ritenere oggi attuabile.

Table of the principal stages of Astronautics
and of the studies of the Author

Tabella delle tappe principali dell'Astronautica
e degli studi dell'Autore

Riporto questa tabella delle tappe principali dell'Astronautica pubblicata da M. Esnault Pelterie nel suo libro L'Astronautique - 1930 - pag. 24 - e che ho completata coll'aggiunta dei N. 3°, 5°, 11°, 17°, 18° che modificano sensibilmente l'ordine cronologico della tabella.

1° - 1896 — Ziolkowskj rivendica una pubblicazione sulla quale non si può raccogliere alcun dato.

2° - 1908 — Il libro di Ferber: De crête à crête, de ville à ville, de continent à continent, accenna che la questione è stata prospettata da lui, Wells, Esnault-Pelterie, Archdeacon, Quinton.

3° - 1909 — L. Gussalli eseguisce delle esperienze preliminari di orientamento agli studi sui propulsori a reazione, con un apparecchio ad eiezione d'acqua.

4° - 1911 — Il Dott. Bing prende un brevetto Belga nel quale espone il principio del razzo « gigogne » allo scopo di prendere data relativamente alle idee che egli aveva da diversi anni.

5° - 1912 — L. Gussalli inizia le esperienze col propulsore a doppia reazione, costruzione che comprende un generatore di vapore surriscaldato con motore Serpollet Hp. 12 e una turbo ruota tipo Laval Hp. 50 (fig. 1). Questo apparecchio detiene l'assoluta precedenza su ogni altro propulsore a reazione, eseguito con concetti tecnici moderni. Detto propulsore, che è un apparecchio sovracceleratore della velocità dei gas d'eiezione, ha iniziata la via che hanno seguito in questo ventennio, i propulsori astro-

nautici e cioè: « la massima velocità d'eiezione ».

6° - 1912 — Robert Esnault-Pelterie tiene due conferenze in febbraio e novembre: egli considera il rapporto di massa tale che un veicolo non sarà realizzabile se non quando l'energia atomica sarà assoggettata.

7° - 1912 — Il Professore Robert H. Goddard comincia i suoi studi teorici all'Università di Princeton.

8° - 1914 — Alla fine di un opuscolo pubblicato nell'occasione del decimo anniversario della creazione dell'Istituto Aerodinamico di Koutchino: M. D. P. Riabouchinskj fa allusione al problema della navigazione interplanetare e dichiara che l'Istituto inizierà delle ricerche in questa via.

9° - 1919 — La Smihsonian Institution pubblica i lavori teorici e pratici del Prof. Goddard dal 1912 sotto il titolo: A method of reaching extreme altitudes.

10° - 1920 — Esnault-Pelterie ed i suoi collaboratori s'accorgono che delle velocità d'eiezione realizzabili permettono di rendere quasi accettabile il rapporto di massa: essi hanno il torto di non pubblicare questi lavori (indipendentemente da questa affermazione la prova può essere data dalla testimonianza di questi collaboratori ormai separati da lui da molti anni).

11° - 1923 — L. Gussalli nel gennaio pubblica dei lavori degli anni precedenti e la descrizione delle sue esperienze 1912 (Società Editrice Libraria, Milano 1923) con numerosi ed importanti punti d'appoggio per dimostrare la necessità della massima velocità d'eiezione.

12° - 1923 — Hermann Oberth pubblica il suo libro: Die Rakete zu den Planetenräumen, sembra che egli si sia ben accorto dell'importanza della

velocità d'eiezione ma sfortunatamente non espone una teoria generale dimostrando la sua azione sul rapporto di massa; egli segnala la possibilità di aumentare questa velocità coll'aggiunta di un eccesso d'un gas leggero, senza però darne la dimostrazione.

13° - 1925 — Walter Hohmann pubblica: Die Erreichbarkeit der Himmelskörper, egli mette chiaramente in valore l'importanza della velocità d'eiezione per la sua azione sul rapporto di massa.

14° - 1927 — Robert Esnault - Pelterie pubblica: L'Exploration par fusées de la très haute atmosphère et la possibilité des voyages interplanétaires. Egli vi indica, in seguito ai suoi calcoli del 1920, l'importanza della velocità d'eiezione.

15° - 1928 — Willy Ley pubblica: Die Möglichkeit der Weltraumfahrt, ove egli stesso e diversi autori esprimono le loro idee antiche e nuove: Dr. Karl Debus; Prof. Hormann Oberth; Dr. Frantz von Hoefft; Dr. Ing. Walter Hohmann, Ing. Guido von Pirquet; Ing. Fr. W. Sander.

16° - 1929 — Oberth pubblica la sua nuova opera che sviluppa la precedente: Wege zur Raunmschiffahrt (Le strade per la realizzazione della navigazione nello spazio).

17° . . . . — Dopo questo periodo di preparazione i propulsori per l'Astronautica acquistano popolarità per esperienze molto note. Da segnalare: le automobili ed aeroplani-razzo Opel, Valier, Heylandt, Tilling; i razzi Goddard, Oberth, Winkler, Nebel ed i razzi postali Schmiedl, Zucher, ecc.

18° - 1941 — L. Gussalli pubblica: « Propulsori a reazione per l'Astronautica » (su brevetti 1939 - N. 436.202 - Belgio - ecc.) ove espone la possibilità di utilizzare l'effetto termico delle radia-

zioni solari per la navigazione negli spazi (senza prendere ancora in considerazione l'effetto della pressione luce).

* * Sebbene questa discussione cronologica dell'Esnault Pelterie sugli inizi degli studi sulla velocità d'eiezione, sia ormai superata dal mio sistema che preferisce la pressione in camera aperta, è opportuno osservare la posizione di alto valore occupata dalle mie esperienze e pubblicazioni in questa tabella. Da un confronto risulta:

— Al N. 10: nel 1920 Esnault-Pelterie *s'accorge* del valore della velocità d'eiezione, ma non pubblica.

— Al N. 11: nel gennaio 1923 L. Gussalli *pubblica* dei lavori degli anni precedenti e la descrizione delle sue esperienze 1912 (Società Editrice Libraria, Milano 1923) con numerosi ed importanti punti d'appoggio per dimostrare la necessità della massima velocità d'eiezione.

— Al N. 12: nel 1923 Hermann Oberth, *sembra* essersi accorto dell'importanza della velocità d'eiezione ma .....

— Al N. 13: nel 1925 Walter Hohmann mette *nettamente* in valore l'importanza della velocità di eiezione per la sua azione sul rapporto di massa.

— Al N. 14: nel 1927 Esnault-Pelterie *pubblica* i suoi calcoli del 1920 sull'importanza della velocità di eiezione.

Evidentemente l'elenco mi assegna prima una netta priorità per le esperienze (N. 3° e 5°) e dopo per la pubblicazione (N. 11°).

Traduzione in inglese
Translation in english

Utilisation from the pressure of the solar light and of the astral spray-dust for the interplanetary comunications

(GUSSALI'S SYSTEM - 1946)

Per aspera ad astra

Chapt. I. - Premises. — A vehicle in the intersideral space will be struck by the solar rays with an effect much more intense than that which can be met on the Earth, because no atmosphere exists which may serve so as to soften these rays.

The solar radiations will produce on this vehicle a very strong thermic effect, which will be able to bring to ebullition a boiler exposed to the rays in a fit manner, and a very weak pressure effect, due to the pressure of the light, effect which can be perceived by precision instruments only.

In 1941 I published the book « Reaction propulsors for the astronavigation » in which I exposed the possibility to utilise *the thermic effect of the solar radiation* for the navigation in the spaces. In that period I did not retain possible the utilisation of the *effect of the pressure of the light of the solar radiation* for the transport of vehicles in the space, calculating it a least force. In the years of war which followed, I perceived that this pressure of the light, infinitesimal force neglected by the studious persons, could be utilized by its action on the astral spray-dust. In such a manner from a least force one could obtain an enormous and utilisable force.

The war period and the actual after-war have seriously hindered the development of this work, and therefore I have retained opportune this publication in a summary form, exposing the general lines only, promising myself to publish a more detailed relation after.

This complex study is completely new, because the few studious persons who occupy themselves with astronautics, are exclusively interested in the realization of the reaction propulsors.

The using up of the solar radiations, travelling at the sun's own cost, may soon resolve the problem of the navigation in the space, because it eliminates the necessity to transport an enormous weight of fuel and burning matter in the tanks of the astroship, a difficulty that, for the moment, the calculation demonstrates unsurmountable as regards the reaction propulsors.

It therefore eliminates the greatest difficulty of the astronavigation which consists in the relations of mass and in the refurnishments, and the problem of the communications with our satellite and with other stars is so reduced to the resolution of some difficulties of technical order, superable by the actual means.

Nel Settembre del 1945
Brescia, via Monte Suello 4 — L. GUSSALLI

NOTE — The reader who is interested in my preceding works on Astronautics, must read on page 9 some judgments on my preceding publications and experiences (with international priority 1912 for the astronautic propellers, see fig. 1) and on page 57 « Table of the principal stages of Astronautics and of the studies of the author ».

I gave also many technical details in my book « Propulsori a reazione per l'Astronautica » 1941 (on Patents 1939 - N. 436.202 - Belgio - etc.).

Chapt. 2 - INTERPLANETARY COMMUNICATIONS. — Gussalli's system — 1946 — The system we describe is based on the utilisation of the astral spray-dust and on the pressure of the solar light for the conveyance of vehicles in the intersideral space.

This system may be divided into two parts:

1 - A line of force traced in the space.

2 - About the vehicles fit to be conveyed on this line.

To make the explanation easy, we shall first describe the line of force and afterwards the vehicles and the subsidiary apparatuses. This line is created with some material like astral spray-dust and it recalls, owing to some characteristic, the tail of the comets.

It is known that the tails of the comets, starting from the nucleus, arrange themselves on the side opposite to the sun, because their thin matter is pushed back by the solar radiations through the effect of the pressure of the light (Fig. 2 - page 17).

We retain necessary to say before hand, so as to get the description easy, some dates of a general character, to which we have stood because in these subjects different opinions and theories are easily found.

It is known. through theorical studies and experimental results, about the value of the pressure that the luminous and calorific radiations exercise on a body in the direction of their propagation.

Lebedef (Maxwell - Bartoli) have calculated that the pressure exercised by a bundle of solar rays of I square meter of section, on a normal flat surface, is of 0,4 milligrams if the surface is absorbent, and of 0,8 milligrams if the surface is reflecting.

In the following calculations we have used the pressure of I milligram in 1 square meter of reflecting surface lighted by the solar radiations, as it is commonly used. This force is least and as such it has always been calculated by the experts in this matter. In the present study are exposed

the directions and the measures for the practical utilization of this energy which, by a new system is transformed into a powerful source of work and may be used up as water in a hydroelectric power station.

According to Arrenius and others, a spore or a small grain of spray-dust of the diameter of mm. 0,0002 lighted by the solar radiations undergo the push of the pressure of the light superior to the effect of the gravity, and may be expelled from the zone of terrestrial attraction and pushed towards other worlds according to the theories of Panspermia (1).

The characteristics that these small grains must present, in order to be expelled from the zone of terrestrial attraction, are known, and some spray-dust presenting these characteristics has already been artificially prepared in the laboratories by Nichols and Hull and other studious persons. The serious difficulties which present themselves in Panspermia, rise from the fact that the corpuscles studied in this theory must be spores, germs, or other living beings and namely they are corpuscles having usually a diameter superior to the one they should have in order to be drawn by the pressure of the light.

These difficulties do not exist for the corpuscles which are utilized in this system, because in this case they may be formed by any substance, for example by carbon, sodium, magnesium, iron, hydrogen, etc., provided that on account of their diameter, density, reflecting power and other characteristics defined by known laws they may be subject to a pressure of the solar radiations superior to the effect of the terrestrial gravity. As in this system the effect produced by these corpuscles thrown at high speed, interests us, and not the substance with which they are composed, or their diameter or the other characteristics, thus for the choice and

(1) *S. Arrenius* — Il divenire dei mondi - Soc. Ed. Libraria - Milano.
P. Lebedef — Pression de la lumière - Libr. Scient. Blanchard - Paris.
R. Esnault-Pelterie — L'Astronautique - Imprimerie Lahure - Paris.

preparation of the above mentioned pray-dust are available the various theories and known results.

It results that these small grains by the constant effect of the pressure of the light, when this superates the gravitational force, are subject to a movement uniformly accelerated as it happens with rockets, the fall of heavy bodies, etc., with a relative augment of the vis viva.

We have deducted that by inertia, a small grain thrust at high speed, if put under a delaying action, will be able to win it passing a certain space. It will namely be able to execute a certain work. Though the mass of these small grains is a least quantity, the speed they may acquire owing to the pressure of the light is very high, and from the study of these dates we have been able to deduct that ***it is possible to reach a practical utilization of the vis viva of the spray-dust subject to the pressure of the solar radiation.***

It is evident that an astroship who can utilize in vhe space this propelling force, will not be subject to the principal difficulty which for the moment hinders the astronautics and namely the weight of the fuel and burning matter to be transported in the tanks when starting, that is to say the difficulty of the mass relation.

The small particles of dust which are brought in the space by the pressure of radiation may meet with one another and unite to larger or smaller aggregates in the form of cosmic dust or meteoritical stones. These aggregates fall partly on other stars, comets, etc. and partly librate here and there in the space. It is evident that in the space the cosmic dust may pass from the least density of the tail of a comet, to the density of a meteorite, which is a solid. This happens through many stadia of formations of different densities. Stadia of formation in movement and therefore of density not constant but various according to the different forces of attraction and repulsion which act on the particles. It may treats of short lasting stadia, and therefore in the nebular of cosmic dust there may be, during these periods

of passage, also heavy densities like those which are met in the dust of eruption of the volcanoes.

In this system are preferably utilized clouds of spray-dust of middle density, in which one milligram of spray-dust occupies a volume which varies from 1 cubic meter to 250 cubic meters.

In the treatises of astrophysics these intermediate densities are little studied, but it is evident that, in the space, they are very frequent because it is absolutely impossible to pass from the least density of the tail of a comet to the density of an aerolite which is a solid body, without passing by the above mentioned middle densities. It is understood that superior or inferior densities can be used according to the technical necessities and actual knowledge in this matter.

Much inferior densities are generally met in the tails of the comets and in other sideral formations, but according to what has already been said, in these formations the density depends on long dated consolidations, during which the forces of repulsion that manifest themselves among the small grains, have been acting for a long period and effected large intervals among the small grains.

In the here described system the complete period is developed in a very short time and in the void, and owing to this speed of action the above said forces of repulsion give results which can generally be neglected. Besides, the ratio between the very small grains and the enormous distances, in relation to these diameters, which pass between them, gets the speed of these movements of repulsion slight and unappreciable.

Chapt. 3 - PRESSION OF THE LIGHT INSIDE THE TAILS OF COMETS. — Inside the tails of the comets different formations are met, agglomerations, secondary groups. These formations have densities much superior to the middle density of the tail as it is normally calculated. ***These formations, notwithstanding their superior density, follow the direction of the tail on the side opposite to the sun***

and it is therefore evident that they too undergo the effect of the pressure of the light, because otherwise they should get out of the nucleus on all sides, as a halo or a ray-set. It is therefore evident, relatively to what has been said before, that the effect of the pressure of the light acts through long zones in which the astral dust can also be diffused in a superior measure of 1 milligram in a volume varying from 1 cubic meter to 250 cubic meters.

This can happen because the ratio between the smallest diameters of the grains and the enormous distances, relatively to these diameters, which pass between these small grains, gets slight and unappreciable the diminution of the pressure of the light caused by the shade-cones which a small grain projects on another.

It is just the above mentioned densities which interest us for the composition of ***the nebular cordon,*** which are castings of spray-dust thrown into the space by ejectors. In order to facilitate the explanation, we shall suppose them to be square-sectioned with a side of 50 × 50 meters (see Table 1, fig. 2), similar to very long parallelepipedes. In the use they will have a circular section, and be similar to bundles of light projected by the searchlights and will be visible in the space. Afterwards we shall see that the greater their density will be, namely the transported weight, the greater will be the work they will be able to effect. From the exposed considerations and from the study of the relations between the volumes and the lighted sections of the cordons, one has deducted three cases for the density of the nebular cordons, as it will be exposed in table A, and that is to say one will retain that 1 milligram of spray-dust can occupy a volume of 1 cubic meter, or of 50 cubic meters, or of 250 cubic meters. If at a high initial speed, out of the terrestrial atmosphere, at a height superior to Km. 120, we shall throw a casting of spray-dust by ejectors, in the same directions as the solar radiations, we shall get a casting which will have a reach much superior to the normal one in the atmosphere, according the calculation for throwing

missiles into the void. because in the void a small grain of dust follows the same laws as a large projectile.

Moreover, this casting of spray-dust thrown at an initial speed x in the void, will be subject, owing to the pressure of the light of the solar radiations, to a progressive increase in speed. according to the laws of the uniformly accelerated motion. As it has been said, owing to the superior speeds which can be reached by this spray-dust in the woid, ***we shall be able to utilize by special methods, the powerful energy stored by it.*** We have called this spray-dust casting, ***nebular cordon.***

Chapt. 4 - NEBULAR CORDON. — The nebular cordon will keep compact in the void during the short period sufficient to this service, without expanding. as it does not meet the resistance of the air.

In the appearance it will look like the white stripes of condensation of the water-steam. which the airplanes sometimes trace in the tranquil atmosphere of the high-quota, ***and which keep well defined, without any expansion, as a line drawn with a pen,*** for many minutes and tens of Kilometers.

Like these thread-shaped small clouds, the cordon will have a circular section. The square section will be hinted only to facilitate the description. The best functioning of this nebular cordon takes place in the intersideral void. out of the terrestrial atmosphere, above a height of Km. 120, but it is not excluded that we can get results also in the much rarefied atmosphere, below a height of Km. 120.

In order to bring the spray-dust to be thrown, to this height, one will be able to use either artillery projectiles for a long distance or torpedoes fitted with reaction propulsion, of the kind of the ones used in the recent war, with the modifications and applications permitted by the actual knowledge in this matter. These torpedoes will be telecommanded or driven by a pilot.

In order to get the explanation easy in this description

we shall examine only the effect of the nebular cordons which can be formed at a height superior to Km. 120 and we shall consider as to the throw of the spray-dust, only torpedoes or astroships with reaction propulsion. We shall call *ejecting torpedoes* these apparatuses.

Chapt. 5 - EJECTING TORPEDOES. — The long distance rocket-torpedoes, called V2 by the Germans in the recent war, can easily be adapted as ejecting torpedoes.

The V2 torpedoes (fig. 3) are about 14 meters long, their diameter is m. 1,70 and their weight t. 14. They have got a fore-department for the explosive charge, a tank for the fuel, another tank for the burning matter, a combustion chamber and an exhaust-nozzle for the burnt gases.

The reach is about Km. 500 and the tangency quota of the trajectory touches a height of Km. 100 (fig. 3 - Tav. III). It seems that a model of a much superior capacity and reach, was almost finished by the end of the war.

In order to adapt the V2 to the service of ejecting torpedo, it would be sufficient to transform the fore-department, which contained the explosive charge, into a cabin for the pilot and department containing the ejecting apparatuses. The V2 are commanded by special shortest wave radio stations, which waves are in a bundle and emitted from the ground or from airplanes navigating at a great height. An equal system could be used also for the ejecting torpedoes, but we retain preferable that for the manoeuvre for throwing the spray-dust, they be commanded by a pilot, who after having executed the throw of the spray-dust, will throw himself out of the plane with a parachute at an opportune height of the descending trajectory, before touching the ground, without an excessive danger.

As one will afterwards see, the lasting of the spray-dust throwing in order to form a nebular cordon, is very short, can last few minutes and can be executed in the superior and almost horizontal part of the trajectory (fig. 3 - Tab. III).

The ejecting apparatuses placed in the fore part of the

torpedo can be built according different systems. The spray-dust can be thrown, by an exclusively mechanical system, by apparatuses similar to turboventilators turning at highest speed, or by apparatuses apt to eject at highest speed gases or vapours which will draw the spray-dust.

One must observe that the spray-dust adds to the speed which is given it by the ejectors, the speed got by the ejecting torpedo which carries it in the same direction and which is of 1300 meters a second about (see fig. 3 - Table III), and that the final speed of the spray-dust is given by the sum of the two speeds.

The schematic character of this relation does not allow further details on the ejecting torpedoes and on the ejecting apparatuses.

A more diffused description about the technical particulars will be published in a next relation.

Chapt. 6 - INSTRUCTIONS FOR THROWING THE SPRAY-DUST INTO THE SPACE. — The nebular cordon can be thrown into the space according various guidances and systems. We describe a system to be used if the pressure of light does not result sufficient to push the cordon, when the direction of the cordon is equal to the direction of the radiations and a deviation is wanted.

This system is exposed by fig. 1 — Tab. I — (page 37) which represents two ejecting torpedoes at a height of Km. 120 and placed in A and A′.

Each one of these torpedoes will throw a spray-dust cast towards the point D and at the point D the two casts will cross each other.

Let us suppose, in order to facilitate the explanation, that in the point D there is an aeroplane thrown at high speed towards C and in A and A' two search-lights which must light it and cross each other on it, until it gets to C. A similar kind of work must be accomplished by the two ejecting torpedoes because the latter too, like the two search-lights, must displace

the crossing of two spray-dust casts in order to strike and push an astroship who moves from D to C (Fig. 4 A) page 27.

Indicating with R the direction of the solar radiations, one has calculated that when the nebular cordon is in the direction A C, it has an inclination of the 20% on the direction of the radiations.

The same thing is to be said relatively to the cordon A' C.

It is evident that when the crossing of the two cordons will pass from D. to C., the said inclination will be superior to the 20%.

Since one has established in this throwing method that the inclination of the cordon in the direction R. must always be superior to the 20% in order that the cordon may be laterally struck by the radiations, (Fig. 2) it results that the two torpedoes placed in A. and A' cannot be any longer utilized to strike the astroship in the space from G. to E., because the inclination of the cordons would become inferior to the 20%. For this reason, when the astroship has reached C., two new ejecting torpedoes enter into function, which are placed in B. and B' and cross on her the cast of the spray-dust during the run from C. to E., with an inclination of the nebular cordon still superior to the 20% on the direction R. of the radiations.

This change of the ejecting torpedoes can be repeated several times in B^2, B^3, etc., according to the length of the trajectory, so pushing the astroship, and the distance from A to B will approximately be 1/5 of the distance of the space C. E.

As we have said, the nebular cordon is to be kept inclined with a deviation superior to the 20% on the direction R. of the radiations, in order that the inside of the cordon may be struck by the solar radiations and expose a larger surface to the effect of the pressure of the light which exercises on it an increment of speed with a uniformly accelerated motion.

Thus the small grain of the cordon will undergo the uniform motion impressed on them by the throwing of the

torpedo according to the angle alpha, and the uniformly accelerated motion impressed on them by the pression of the light in the direction R, and consequently their trajectory in the plan of fig. 1 will not be a right line but a parabolic one.

If one wants to get more energy to push the astroship, one shall throw into the space a greater quantity of spray-dust and reunite it in the crossing points from D.to E.

This is obtained by augmenting the number of the ejecting torpedoes and of the cordons. For instance two other torpedoes will be placed above A, and two below A.

An equal increase will be brought above and below A′.

We shall therefore have ten torpedoes which will cross the ten nebular cordons thrown by them in D on the astroship, and will go on with this action displacing the crossing towards C.

These cordons will suspend their action when the astroship will have reached the distance of about km. 3200 from the starting point, as we shall say afterwards.

This cross cordon system which has got some complications in the emission, will be necessary only in case that, after the first experiences in the throwing of the spray-dust into the space, one checks an insufficiency of the pressure of the light owing to the excessive density of the cordon, or other reasons. But, as we said, we retain that the effect of the pressure of the light on the spray-dust is sufficient to generate the accelerated motion of the nebular cordon even in the farthest points from the ejecting torpedoes and then it will not be necessary any longer that the group of the ejecting torpedoes crosses from a distance its throwings.

On the contrary one can put all ejecting torpedoes near in a united group O, ***and they will throw parallel, contiguous or lapped over casts directly*** in the direction D E of the astroship.

Chapt. 7 - Work which a nebular cordon can bring to pass. — A bundle, a nebular cordon be given which

has as a section a square of m. 1 × 1 of side, instead of a circle, and this bundle is directed in the space towards a large Laval action turbine which we suppose to be immovable in the space, and strikes it in the paddle-zone apt to the normal functioning. This Laval turbine will get a high turning speed and will be able to give a certain work. This work can be calculated in a manner analogous to the one used for steamturbines, as follows:

If each cubic meter of this cordon contains 1 milligram of spray-dust, a segment km. 1 long, of this cordon, will contain 1 gram of spray-dust.

Supposing that these small grains through the effect of the pressure of the light, are animated by a speed of km. 4 per second, each second four segments km. 1 long, of the cordon, and therefore 4 grams of spray-dust will pass through the turbine-paddles. If we use the formula commonly used to calculate the work that steam can do in a single acction turbine we shall obtain:

$$\frac{\text{Kg. } 0{,}004 \times \text{m. } 4000^2}{2 \times 9{,}81} = \text{Kgm./sec. } 3200 \qquad \text{(R)}$$

Therefore it results that a square bundle of spray-dust, the section of which is sq. m. 1, when it is animated by the pressure of the solar radiations and has got a speed of km. 4 per second, is able to produce theorically Hp. 42,6.

(R.): This formula is also the base formula of balistics, to find the work that a projectile thrust in the void can do before stopping, and therefore this serves for the spray-dust thrown in the void too.

Let us suppose now that the same square bundle in the direction D, instead of acting on an action turbine immovable in the space, acts on a series of paddles put one after another, not in a circular wheel as in the Laval turbine, but between two upright struts as indicated in fig. 3, Tab. I, wich corresponds to a developed action turbine wheel, and this right segment of paddles is movable in the space. It will be subject, by the effect of the force of the cordon, to the push S and to the bearing P which are signed

on the graphic drawing (fig. 4); and if the bearing will equilibrate with the weight A, the segment will be pushed in the same directions as the pressure of radiation R.

This is the effect which one wishes to get from the described cordon for the propulsion of an astroship in the space.

It is evident that as for the navigation in the air many kinds of machines have been built, which are based on very different principles (aeroplanes, aliants, autogyres, parachutes, etc. ...) so for the navigation in the nebular cordon one can build machines based on different principles according to the actual technical knowledge on Astronautics, Aeronautics and mechanics in general.

Fig. 2 - Tab. I represents a nebular cordon which, in order to facilitate the explanation, we suppose to be of a square section of 50 × 50 meters, instead of being circular. If the cordon has a speed of 4000 meters per second, this parallelepiped, 4000 meters long, will represent the spray-dust cast which passes by the paddles in I second, and this cast will have a cubature of m. 50 × 50 × 4000 = c.m. 10.000.000.

If this cast will have a deviation of the 20% on the direction R of the solar radiations, only its face A will be illuminated by the radiations an I square meter of the normal section of the radiations will illuminate sq. m. 5 of the A side of the cordon. Therefore I square meter of the A side of the cordon will receive only 1/5 of the pressure of the light of mg. I which a square meter of the section normal to the radiations receives. In this case, as we have said, one milligram of spray-dust shall occupy c.m. 250 and the segment of the nebular cordon, km. 4 long, will contain: c.m. 10.000.000 : c.m. 250 = gr. 40 of spray-dust.

This is the weight of spray-dust of a segment of the cordon of 50 × 50 meters which each second strikes the paddles of an apparatus. Therefore it can produce a theorical power of HP. 426.

And in this case, as each square meter of the section of the radiations acts on a milligram of spray-dust, it results

that we have stood to the Maxwell (Bartoli-Lebedef) theory on the pressure of the light.

Since a nebular cordon of a section of 50 × 50 meters can do a work of Hp. 426, if we shall unite in the crossing point D, as described, ten of these cordons, in this point we shall obtain Hp. 4260.

Observing that the section of the cordon has a surface of m. 50 × 50 = sq.m. 2500 and that the surface of the astroship-wing, as it is said afterwards, is about sq.m. 400, it results that the astroship covers about 1/6 of the section of the cordon and therefore it can utilize only:

$$\text{HP.}\ \frac{4260}{6} = \text{HP. } 710$$

If we repeat the preceding calculation for the same nebular cordon of a section of 50 × 50 meters, when on account of the accelerated motion that it undergoes it will have passed from a speed of Km. 4 per second to a speed of Km. 9 a second, we shall get Hp. 2160 and by getting ten of these cordons together, the astroship can utilize a force of:

$$\frac{\text{HP. } 2160 \times 10}{6} = \text{HP. } 3600$$

As we have said, one can retain that for the exposed considerations 1 milligram of spray-dust occupies a volume of c.m. 1 or c.m. 50 instead of the volume of c.m. 250 used in the preceding calculation.

In the first case Kg. 16,6 of spray-dust will strike the paddles of the astroship per second and in the second Kg. 0,333 per second.

By repeating the preceding calculation for these reduced spaces, and that is to say, for a cordon which may have a superior density, a utilizable much superior work will result, as one can see from the following table *A* which gives the theorical power that an astroship can get from a nebular cordon according to the density of this cordon and accordingly if this cordon has got a speed of Km. 4 per second or a speed of Km. 9 per second.

TABLE A

Speed of the spray-dust	mg. 1 in c.m. 250	mg. 1 in c.m. 50	mg. 1 in c.m. 1
Km. 4 per sec.	Hp. 710	Hp. 3550	Hp. 177500
Km. 9 » »	Hp. 3600	Hp. 18000	Hp. 900000

From this table is evident the high increase which is to be found in the force transported by the cordon, owing to the increase in the density of the cordon and the exuberant force of which the astroship can dispose when the speed gets near Km. 9 per second.

We describe two models of Astroship apt to the nebular cordon, which are based in two different systems, being understood, in relation to what stands above, that other models can easily be built with other known technical principles.

Chapt. 8 - Astroship Mod. 1. — Tab. II - Fig. 1 (page 39) gives the longitudinal section of an Astroship Mod. 1 apt to be pushed by the nebular cordon.

The fuselage F similar to a fuselage of an aeroplane, bears at the fore-end the large disk A which has a diameter of m. 23 and a surface of sq. m. 400. This disk is frontally represented by fig. 2 and sectionally by fig. 1 and fig. 3. The disk A is composed of many series of paddles Z, horizontal, of a light alloy plate, as one can see from the section of fig. 3 of the disk. These paddles occupy all the surface of the disk and the spray-dust of the nebular cordon thrown in the direction D, strikes the surface A' of the disk, passes through the paddles executing a pushing and bearing action and gets out of the surface A of the disk, deviated downwards.

The astroship is therefore sustained and pushed by

the cordon in the direction D according to the manoeuvres of the pilot.

The paddles are mounted on lateral hinges placed along the longitudinal paddle-axle, hinges which permit a certain oscillation. It derives that these paddles are orientable upwards or downwards, as one can see from the sections of fig. 3, and their inclination is commanded by the pilot.

When the paddles are kept by the pilot in the position *a*, the nebular cordon will exercise on them the greatest effect of bearing P relatively to the push S, and this position will be used especially at the beginning of the run.

When the paddles shall be inclined according to the position, *b*, the push will augment and the bearing will diminish, and when they shall be inclined in the position *c*, all canals for the passage of the spray-dust will be stopped and the large disk A will become a closed surface which will undergo only the push of the cordon.

In the practical use the pilot will prefer using, in certain periods of the run, some series of paddles open in the best position for the support of the machine, and the remaining series almost completely closed in the position C in order to augment the push in the direction R of the radiations.

The fore-end of the fuselage has got a cabin for pilot C.

This cabin is built according to the guidances used for the stratospherical balloons and airplanes and must resist the inside atmospherical pression. Preferably spherical shaped, it shall partly jut out of the fuselage, as one can see from fig. 1, in order to allow the pilot a good visibility on all sides. The pilot's visibility can be augmented by periscopes and other known apparatuses.

The rear-end of the fuselage has got a deposit cabin *M* containing the fuel tanks for the subsidiary reaction propulsor, victuals, the gyroscopical system and other accessories, and bears the depth-planes P and the steering apparatus T. These rudders are similar, as to building details, to airplane-rudders, but their rotation hinges are

inverted because they are struck by the nebular cordon which comes from the side R.

The small wings for the lateral stability, fixed on the two sides of the disk A and inverted too, are signed in fig. 2 with the letter L.

The sizes of the paddles Z and their number can be varied according to building conceptions.

Several other building and operation particulars are similar to the particulars which we shall now describe for Model N. 2.

Chapt. 9 - ASTROSHIP MOD. 2. — In the astroship Mod. 2, the bearing surface instead of being constituted by a series of small paddles placed one over another, as we said now for Model 1, is constituted by only one large paddle having a surface of about s. m. 400. Recalling the definitions used for airplanes, Mod. 1 could be defined a multiplane and Mod. 2 a monoplane.

As one can see from fig. 1 and 2 - Tab. 3, the fuselage F bears at the fore-end a large bent wing A which presents some analogies with a large aeromotors paddle and which measures a length of 30 meters and a width of 13 meters. This large wing which is to be seen sectionally in fig. 1 and frontally in fig. 2, is united by a ball-joint system N to the fuselage, so that it can assume different inclinations from the position *B* to the position *B'* relatively to the fuselage; inclinations which are commanded by the pilot.

When this large wing finds itself in the position B, it is struck by the nebular cordon in the direction D. The direction of the cordon is deviated by it, and the cordon gets out in the direction S.

Therefore the already hinted at bearing and pushing effects manifest themselves.

As we said, while the astroship gets far from the starting point, one fids that the energy of the nebular cordon grows and the weight of the machine diminishes. From that it will derive that the pilot, as he gets far from the starting

point, will note a gradual bearing excess which he shall diminish by displacing the wing surface from the position B towards the position B'.

It is obvious that by displacing the wing towards B', the bearing diminishes and the pushing augments in the same direction as the pressure of the radiations. When the wing will have reached the position B' (Fig. 1) and that is to say, it will be placed in a normal level relatively to the axis of the fuselage and to the direction of the cordon, then it will not function any longer in order to get the effect of deviating the cordon as a wing of an aliant, but it will function as a parachute which is struck by an ascending current and is raised by it, or as a sailing vessel which sails before the wind.

In this case the machine will get all the energy of the nebular cordon in the form of a push and will not undergo any longer any bearing effect, and will be transported by the nebular cordon in its own direction D and at a speed little inferior to the one of the nebular cordon itself.

The weight of the deposit-cabin M situated at the rear-end of the fuselage serves to equilibrate the astroship when she finds itself in this position, so as the weight of a person functions as an equilibrator when a parachute goes downwards, open, with the parachutist's weight.

A gyroscopical system functioning in the cabin M, prevents the harmful pendulum-like oscillations.

This position can be obtained when the energy of the nebular cordon has strongly augmented owing to the uniformly accelerated motion, in relation to the weight of the machine and the effect of gravity is no longer normal relatively to the direction of the cordon, but almost parallel to this direction.

This can be verified only when the astroship is at a great distance from the starting point.

The longitudinal opening R', which can be regulated, (Fig. 2) and finds itself in the wing, can be enlarged when one wishes to diminish the push.

On the contrary, during the functioning period at the

start and on short distances from the starting point, the pilot will keep the wing surface in the position B, as we said, in order to utilize the bearing and pushing effect. It is evident that in this case the Astroship functions as a flying kite or an aliant. But in the case of the flying kite a rope is wanted, which may brake the inclined surface that the bearing effect may manifest itself.

In the case of the described Astroship, the rope serving as a brake does not exist, and the Astroship should fall if it were subject to the effect of a nebular cordon animated by a uniform motion. On the contrary the cordon, as we said, is animated by a uniformly accelerated motion and this progressive increase in speed corresponds on the Astroship to the effect of the brake on the flying kite.

We can also compare the manner of supporting the Astroship to that of an aliant which is struck frontally by a wind which continually gains speed, in such a manner that the speed of the aliant, in a retrograde sense, must always be inferior to the speed of the wind, because at an equal speed the aliant should fall.

These explanations about the functioning serve also for the Astroship Mod. 1 (see page 89 too).

Chapt. 10 - Issue of the spray-dust at high speed. — The most difficult period for raising the Astroship presents itself when starting, at the beginning of the run, because the spray-dust wants to pass a not indifferent trajectory under push of the uniformly accelerated motion, before getting the speed of about Km. 4 per second, speed which allows it to supply the work indicated from Tab. A.

If one wants to utilize the spray-dust animated only by the uniformly accelerated motion impressed by the pression of the solar radiations, the Astroship must therefore be placed very far from the ejecting torpedoes which throw the spray-dust, and this distance between the two apparatuses, emitting and receiving, may cause some difficulties in the execution.

One has provided to eliminate these difficulties by emitting the spray-dust at high speed by apparatuses fitted on the ejecting torpedoes. The new experiences and results on the reaction propulsion give the possibility to throw the spray-dust at speeds even superior to Km. 4 per second, recalling as we said, that the spray-dust utilizes also the speed of the ejecting torpedo which transports it, which is already about m. 1300 per second. It is not however absolutely necessary that the spray-dust should reach a speed of Km. 4 per second, because one can get good results even at inferior speeds.

As we said, ten ejecting torpedoes at a height superior to Km. 120 and that is to say, out of the terrestrial atmosphere, will throw ten casts of spray-dust fit for the purpose, which will cross in the point D where the Astroship who must start, finds itself. It may be convenient that this point D is at a short distance from the ejecting torpedoes. In this case the spray-dust shall be thrown by the torpedoes against the paddles of the Astroship Mod. 1, placed in the position *a*, fig. 3, at a speed of about Km. 4 per second, and it will generate the push and the support for the Astroship who will begin her run in the direction D C.

It will be sufficient, as results from Tab. A, that each one of the ten ejectors throws Kg. 0,200 per second at a speed of Km. 4 per second, in order that the Astroship may utilize a force of Hp. 3550 when starting even without the help of the pressure of the solar light.

The spray-dust thrown into the void by the ejecting torpedoes at a speed of Km. 4 per second, could pass a trajectory and arrive at a distance which, according to the calculation used in balistics for the throw of normal projectiles into the void, could reach Km. 1600 with a throwing angle of 45° and therefore with a much bent trajectory, whereas in the here examined case for the throw of spray-dust into the void, one must utilize a very straight trajectory.

As we shall afterwards explain, the pressure of the light reflected by the Earth and the calorific radiations which getting up from the Earth act under the casts of

spray-dust thrown in an almost horizontal direction by the ejectors, do not follow the parabolic trajectory inclined towards the Earth owing to the effect of gravity, because the gravity is neutralized by the pressure of the reflected light and the trajectory of the spray-dust goes on in the direction impressed by the ejectors with a uniform motion, in the void, and therefore without the resistance of the air, according an almost rectilinear trajectory contained in an almost horizontal level passing through the point where the ejecting torpedoes effect the throwing.

Moreover the spray-dust, immediately after having been thrown, undergoes the effect of the direct pressure of the solar radiations, which at once begins to increase the starting speed of Km. 4 and transforms the uniform motion into uniformly accelerated motion according the parabolic trajectory A D which lies in the hinted level (Fg. 1 - Tab. 1).

From table A it results that by augmenting the density of the cordons, the number of the cordons and the speed of the spray-dust, one can transmit ingent forces to the Astroship. In the machines with reaction propulsion the power is always limited to the capacity of the tanks: ***this limit does not exist in the Astroship whom we described here, because all the material to be consumed and which is wanted for the functioning, is carried by the ejecting torpedoes which have a limited task near the starting station***, and which can be augmented in number according to the want, since the carrying on expenses have not much influence in these undertakings.

Chapt. 11 - Intersideral Runs. —One could therefore unite on the Astroship a very high force in HP, but one retains it preferable, in order not to put in danger the resistance of the machine and avoid the physiological troubles that a strong acceleration may produce on persons, to keep a constant push even if in the last part of the propulsion period, this push could be much augmented.

As we said, the variations of speed depend on the operations of the pilot. The cordon can assume different accelerations according to the characteristics of the small grains with which it is composed.

Therefore, supposing that the density of the cordon is of 1 milligram in 1 cubic meter, and that owing to the characteristics of the chosen spray-dust, the pressure of radiation on the nebular cordon corresponds to 2,5 to 3 times the force of gravity of the Earth, the acceleration $g = 2$ can be used for the Astroship.

If one uses cordons with a density inferior to mg. 1 in c.m. 1, accelerations inferior to $g = 2$ shall be used.

The throwing of the spray-dust can be effected with a starting angle $x = 0$, calculated starting from the horizont and that is to say, in the exact direction of the solar rays tangent to the Earth in the throwing point of the ejectors, but it can also be effected with horizontal or vertical deviations because, as we said, besides the pressure of the light, the spray-dust is subject to the effect of the strong throwing by the ejectors, which can displace the direction of the nebular cordon.

As it is calculated in Astronautics for the circumterrestrial travel, the Astroship with a starting angle $x = 0$ calculated starting from the horizont and at a speed of Km. 7,9 per second, will effect the round of the world. This system permit also to effect interplanetary runs according to the known laws.

For example the Astroship will be able to get in 12' 30" and after a run of about 3200 kilometers, a speed of Km. 9 per second, which is considered the liberation speed necessary to reach our Satellite.

When the above mentioned liberation speed has been reached, the ejecting torpedoes stop their function and the nebular cordon is suspended.

The Astroship will then follow the general guidances exposed by the Astronautics for the reaction projectiles, and will continue by vis inertiae her trajectori towards the Satellite which she will reach or round after about 48 hours.

Calculations already known, teach in which limits the speed must remain, in order that the Astroship may turn around the Moon, without her happening to fall on it or to escape for ever towards the Infinite, owing to the insufficient effect of the lunar attraction, and her returning afterwards to the Earth.

A system is also known which in order to allow a safe landing of the Astroship on her return to the Earth, makes her describe a certain number of elliptical revolutions around the Earth, causing her to cross the atmosphere for a short time, and to pass then again into the void, in such a manner as to undergo reiterated brakings.

But the systems described in this study ***permits the utilization of a new powerful braking means for the Astroship,*** not possible with the other systems known in Astronautics.

In fact, on the home-trip of the Astroship, nebular cordons could be directed against the Astroship in a direction contrary to hers, which are similar to the already described ones and which will powerfully brake her speed.

The first cordons which shall be thrown against the Astroship in order to brake her, shall be calculated little thick, because the braking on the beginning must be soft enough and in order that the temperature cannot augment too much. The density and the number of the cordons shall then gradually be augmented till one gets the wanted stopping effect.

We recall that the Astroship is fitted with a small subsidiary reaction propeller, which serves to facilitate the steering and stopping operations.

Chapt. 12 - Utilization of the pressure of the light reflected by the Earth. — To calculate the diameter and density that the small grains must have in order to be subject to the necessary repulsion force so as to overcome the attraction of the Earth, and the time and space wanted

by the spray-dust to pass a given trajectori, one makes use of the general guidances of Physics and Panspermia.

But one must note how, in this study, the most serious difficulty which is met in the theory of Panspermia, has been resolved, and that is to say, the dubious efficiency of the forces cited by Arrenius and others, to detach the spray-dust from the Earth at the beginning of the run.

In fact, whereas Arrenius and others admit the possibility that the spray-dust can be got far from the terrestrial atmosphere by the only effect of the Aurorae borealis and electric fields, in this study we have added, for the getting far, the effect of by far superior forces.

In fact, at the beginning of the run, by this system the spray-dust is put under the ejection, namely a powerful throw which gives it immediately the highest initial speed of Km. 4 per second. This very high throwing speed, as we said, prevents the trajectory of the spray-dust from inclining at once towards the terrestrial atmosphere.

Moreover, by a new idea, one has taken into consideration the effect of the pressure of the light and of the calorific radiations reflected by the Earth, effect which had never been calculated by the experts before now, and this effect which is added to the forces already considered by Arrenius and others, makes one sure that the spray-dust will be able to get far from the Earth according to the trajectory we have described.

It is known that not only the luminous radiations, but also the calorific ones exercise a pressure on a small grain, in the direction of their propagation.

The radiations reflected by the surface of the Earth present very great differences of intensity according to the regions and localities where they are produced. In the cases which interest this study one must choose, as throwing point of the spray-dust, the localities where one will find that the luminous or calorific radiations are reflected with the greatest intensity.

This can be for luminous radiations, on plains covered

with snow or ice, or on desert and very clear or white grounds, and for the calorific radiations on salt-pits or glowing tropical deserts. By choosing the fittest localities, among these, and if wanted, by adapting them with levellings, curves and adaptations of specular surfaces, one will be able to get that the effect of the pressure of the radiations which come up from the terrestrial surface and strike the lower side of the nebular cordon, added to the effect of the forces cited by Arrenius (Aurorae boreales and electric fields), may correspond and neutralize the effect of the terrestrial gravity which tends to incline towards the Earth the trajectory of the nebular cordon.

The exact equilibrium between the pressure of the light reflected from below and the terrestrial attraction, is obtained by modifying the characteristics of the grains (diameter, density, reflecting power etc.) so that they be more or less driven back by the pressure of the light. This equilibrium may be obtained by an experimental way.

According to what stands above, the nebular cordon will be developed, as we said, in a level tangent to the Earth in the starting point, except the deviations that one will retain necessary to impress for the above said consideration.

One can also get the pressure of the light on the spray-dust and therefore the formation of a nebular cordon, by artificial luminous or calorifical radiations, but owing to the difficulties of execution, this bears some complications in the described system.

One can instead advantageously use radiations artificially got in order to modify the direction of the nebular cordons generated by the solar radiations.

Chapt. 13 - Instructions for throwing the Astroship. — When one wishes to send an Astroship to our Satellite, one shall take profit, of the moment in which the solar radiations which touch the Earth, are directed towards the Moon. This is met during the periods of the eclipses of the

Moon and in certain periods of full Moon. Naturally the anticipation of the start of the Astroship must be calculated if the travel lasts, for instance, 48 hours.

The part of the run, which we have supposed to be of Km. 3200, during which the Astroship is pushed by the nebular cordon in order to get a speed of Km. 9 per second, can be effected only in one of these periods, but it is not necessary that the direction which the Astroship will have assumed at the end of this period, is exact towards the point of arrival, as the throw of a cannon-ball should be.

When the Astroship has got the liberation speed of Km. 9 per second and proceeds only by vis viva, her trajectory can be sensibly modified by the subsidiary reaction propeller which can generate lateral deviations, as in the rocket projectiles. The trajectory shall be regulated according the travel tables and the automatic steering apparatuses which will indicate the necessary deviations of the run.

Colonel Dewit after the last results obtained at Beremar by the super-radar is sure that the astroship can be safely controlled and guided from the Earth to the Moon by his present apparatuses.

The throw of the Astroship towards the Moon can be executed from the artic zones or antarctic zones. During the period of the Summer solstice certain artic regions apt to this purpose, are for a long period constantly illuminated by the Sun low on the horizon. This position of the solar rays tangent to the Earth in the throwing point, is apt to the beginning of the run.

As we said, the lasting of the emission period of the ejecting torpedoes is short, about m' 12, therefore the rotation movement of the Earth, especially in these regions, does not cause a great trouble.

The throw can also be carried out at dawn or at sunset in the equatorial regions and in other regions on the boundary line between light and darkness. The throw at sunset in the equatorial zones will offer the advantage that the nebular cordon shall be subject to the highest effect of the luminous and calorific radiations which will come up

from the Earth, for instance from a glowing desert or from a white salt-pit as said above.

Whereas the throw in the artic regions will be advantageous because the nebular cordon will receive at the utmost the effect of heaving which will be given to it by the light reflected by the regions white with snow or glaciers.

As we said, the ejecting torpedoes will effect the throw of the spray-dust at a height of about Km. 120 from the suface of the Earth, in order that the throw may occur out of the terrestrial atmosphere. In the artic zone this height is sufficient in general, because the flattening of the Earth at the poles diminishes the curve of the Earth, and because the displacing of the throwing point in the artic zone, on account of the rotation of the Earth, is very slow and normal to the direction of the solar rays tangent to the Earth.

In the equatorial zone it will be convenient to effect the throwing of the spray-dust at a height double the preceding and possibly even more, because the high rotation speed of the surface of the Earth will tend to get the Astroship and the ejecting torpedoes into the shade-cone projected by the Earth, if the throw will be effected at sunset.

But as the lasting of the throwing period under the pressure of the nebular cordon, is very short (for the mentioned example it is 12'.30" and the length of this period is limited to Km. 3200, namely about ½ terrestrial radius), so the throwing height of Km. 240 or little more is sufficient to subtract all the period during which the nebular cordon functions-which cordon must receive all the solar radiations-from the shade-cone of the Earth. As for the rest of the run, when the nebular cordon is suspended and the projectile goes by vis viva, the Astroship need not be struck by the solar rays.

After having fixed the exact hour in which the Astroship must start from the Earth to reach or round the Moon, in a definite period of eclipse or full Moon, one can chose the exact starting point, according the various criterions exposed and dates of convenience, on the boundary line between the lighted hemisphere and the dark hemisphere,

in the above mentioned hour fixed for the throw, and the difficulties which will arise according to the choice of the equatorial, artic or other zones of this line, can be resolved by an increase in the height from the Earth of the throwing point of the ejectors at the start, that is to say, by getting far from the Earth the nearest point of the trajectory of the Astroship, tangent to the Earth.

The augment of the starting height, the possibility to slightly deviate the nebular cordons in all directions, from the direction of the solar rays, and the deviations permitted by the subsidiary reaction propeller, get the calculation of the starting hour and point free enough and not bound to excessive time and space restrictions.

A good practical result can soon be obtained also with a mixed system which may utilize the reaction propulsion and the propulsion of the nebular cordon.

If in the actual period the Astroships moved by reaction can reach an initial speed of Km. 2 or 3 per second, at a height to be fixed, and cannot reach the liberation speed owing to the excessive weight of the fuel to raise, when this height will be reached they can utilize the propulsion of the nebular cordon and use up in such a manner the precipuous advantages of the two systems. In order to start the Astroship from the Earth, one wants the help of reaction propellers and it is sufficient for them to reach speeds inferior to the speed of the V2 which is about Km. 1,3 per second.

Fig. 1 Tab. 3 is schematic and serves only for the explanation.

It is developed by fig. 1a - 1b - 1c of Tab. 3 which represent a handier type of Astroship in which the wings are disjoined in the centre and can be bent down along the fuselage as per Fig. 1.a in order to diminish the resistance of the air when starting from the Earth.

The fuselage is provided with two rocket torpedoes S which serve to start the Astroship from the Earth, and to

transport her up to a height of Km. 120, where the above said torpedoes are detached and dropped.

At quota Km. 120 the pilot will get only the upper wing open, as per Fig. 1b and the machine will function as an aliant only, in order to begin the run, when it will enter the action radius of a nebular cordon.

Afterwards the pilot will get the two wings open as per Fig. 1c, when the Astroship shall function as a parachute transported by the nebular cordon, as it was explained at Chapt. 9.

The wings are white and reflecting in order to diminish the heat due to the solar rays (S. table by R. Esnault Pelterie).

By some other devices which we shall describe in a following work, there is also the possibility of diminishing the heat caused by the friction of the spray-dust on the wings.

It is also possible to prevent the widening and the diffusion of the nebular cordons, whenever this fact may happen in far away sectors.

Chapt. 14 - THE POSSIBILITIES OF ACTUATION. — When I started this work, the description of the ejecting torpedoes seemed to me too hardy an anticipation; torpedoes which had to trace the nebular cordon at a height of Km. 120. If things had remained as they were, I would not perhaps have published this relation now.

But in the two last years of war, progress tortured by militarized groups of scientists, took bounds and I have found the ejecting torpedoes already made by the success of the German V2 (Fig. 3). Then, re-examining this work which seemed to me complicated and difficult to realize, I perceived that I had made a mistake contrary to the classical mistake of the inventors: that is to say I had thought its realization more difficult than what it was really.

The resolution of a problem of this grandeur must just be committed to a group of specialized scientists, previ-

ded with great means, subsidized by great industries and by States, as it has been done for the atomic bombs, for the V2 and for the reaction aeroplanes. The following problems could be proposed, in a general way, to this group of specialized scientists for the various items of the undertaking:

1. - The construction of ejecting torpedoes little more capable and powerful than the V2 (perhaps already constructed in the latest period of the war), apt to carry powerful ejectors and possibly a pilot, and the construction of the described Astroships, namely motorless vehicles apt to be transported by the nebular cordon, which pertain to the category of the aliants and which therefore present technical difficulties, of execution only.

2. - The fabrication of different kinds of very fine spray-dust which may corrspond in a general way to the dates published by Arrenius and others in the studies of Panspermia, in order that among these types one can choose the one which is fittest to be free by the pressure of the light from the attraction force of the Earth.

The trials and selections of these types shall be executed through an experimental way, with preliminary throws at ultra stratospherical heights.

3. - The exact calculation of an ingent number of measurements, combinations and details by the side of skilful astronomers, calculation which will be much facilitated by preliminary throwing trials of the spray-dust into the space.

By examining these three problems it results that:

The first is already almost resolved and at any rate is of a sure mechanic resolution.

The second has already been resolved partly by the experiences of Nichols and Hull and others, and at any rate it is only a work of skilfulness and patience of scientific laboratories.

The third is a harduous work of calculation of astronomers, on a sure and definite trail which does

not present any possibilities of insuperable difficulties.

Evidently the group of specialized scientists who would be entrusted with the resolution of this problem for the interplanetary communications, should be compelled to resolve it, as it exclusively treats of normal difficulties of execution, in comparison with the obstacles superated for the disintegration of the atom.

Therefore the actuation of the interplanetary communications, and, in the simplest case, of the communications with our Satellite, can be retained feasible nowadays.